

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Electromecánica



Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Informe de práctica de especialidad para optar por el título de
Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial

***Diseño del sistema fijo contra incendios para el Edificio de Oficinas
Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica***

Fernando Vargas Zúñiga

Cartago, noviembre
2018.

CARTA DE ENTENDIMIENTO

Fecha: 14 de noviembre de 2018

Señores
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

Yo Fernando Vargas Zúñiga
carné No. 200640226, ☒ si autorizo ☐ no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico
(SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado
de Licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial
, presentado en la fecha 14/11/2018, con el título
Diseño del sistema fijo contra incendios para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de
Bomberos de Costa Rica

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante:



Correo electrónico:

fervazu86@gmail.com

Cédula No.:

304150931

¿Cómo se puede medir el efecto de la prevención?

*Si por definición prevenir es algo que
puede suceder, pero no sucedió.*

*Un sistema de supresión de incendios no se diseña primero y luego se
escoge al personal que lo puede manejar.
Primero se evalúa la calidad del personal y luego se diseña un sistema
para ellos.*

Manual de protección contra incendios NFPA (2009)

Hoja de Información

Información del Estudiante:

Nombre completo: Fernando Vargas Zúñiga

Número de cédula: 304150931

Número de carné: 200640226

Números de teléfono: +506 8896 4392

Correos electrónicos: fervazu@hotmail.com / fvargasz@bomberos.go.cr /
fervazu86@gmail.com

Dirección exacta de domicilio: San Nicolás, Taras, Cartago, al frente del Taller
Carrocerías Leiva.

Horario de trabajo: lunes a viernes de las 7:45 a las 16:45

Departamento de Ingeniería de Bomberos.

Información del Proyecto:

Diseño del sistema fijo contra incendios para el Edificio de Oficinas Centrales del
Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Asesor Industrial: Ing. Mauricio Meneses F.

Gerente General de la empresa Salvavidas de Centroamérica

Profesor guía: Ing. Juan Pablo Arias Cartín

Información de la Empresa:

Nombre: Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Actividad Principal: Salvaguardar la vida y la propiedad.

Dirección: Oficinas Centrales, al costado norte del mercado “La Coca Cola”, San
José. Departamento de Ingeniería, ubicado en Torre Mercedes piso 11, Paseo
Colon, San José.

Contacto: Ing. Allen Moya Solano

Teléfono: 2547 3700

Dedicatoria

A Dios primeramente que es el único que sabe lo que he pasado para llegar aquí y a mi familia, a la que debo estar por siempre agradecido.

Agradecimientos

A don Mauricio Meneses, Gerente General de la empresa Salvavidas de Centroamérica, por ser mi asesor industrial y brindarme su guía durante todo este proceso.

A mis compañeros de trabajo de la Unidad de Prevención e Investigación de Incendios (Departamento de Ingeniería de los Bomberos), en especial a don Ulises Cornejo Quintana Coordinador del programa de evaluación de sistemas fijos contra incendios por sus enseñanzas.

A don Marcos Gonzales, Encargado del área de los sistemas de protección contra incendios de la empresa Constructora Electromecánica Ingelectra, por su inmensa ayuda y dedicación.

A don José Pablo Quirós, Dueño de la empresa Previncendios, por toda la ayuda brindada.

A don Douglas Lobo, Jefe del área de mantenimiento de la empresa Gas Nacional Zeta, quien muy amablemente siempre me brindó su consejo.

A don Egides Gómez Umaña, Gerente de Proyectos de la empresa Constructora Electromecánica Ingelectra, quien estuvo muy pendiente de mi proyecto de graduación.

A don Gustavo Ramírez Mora, del Departamento de Ingeniería Electromecánica de la Empresa Constructora Navarro y Avilés, quien estuvo dispuesto a ayudarme en lo que necesitara.

Y finalmente, pero no menos importante, al profesor Pablo Arias Cartín, profesor guía.

Índice general

Hoja de Información	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos.....	IV
Índice de tablas	VIII
Índice de figuras	IX
Glosario	XIII
Resumen	1
Abstract	2
Introducción.....	3
Definición del problema	5
1. Generalidades de la empresa	7
1.1. Historia del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica	7
1.2. Organigrama	14
1.3. Misión y Visión.....	15
1.3.1. Misión.....	15
1.3.2. Visión	15
2. Descripción del proyecto	16
2.1. Introducción	16
2.2. Antecedentes	16
2.2.1. Historia del Edificio de Oficinas Centrales.....	16
2.3. Objetivos.....	17
2.3.1. Objetivo general	17

2.3.2. Objetivos específicos	17
2.4. Justificación del proyecto.....	18
2.5. Definición del proyecto.....	19
3. Marco teórico.....	21
3.1. Introducción	21
3.2. Sistemas de protección contra incendios.....	23
3.3. Sistemas húmedos en base a agua (Agua como agente extintor de incendios)	25
3.4. Propiedades del agua	26
3.5. Propiedades de extinción.....	27
3.6. Hidráulica aplicada a la protección contra incendios	30
3.7. Requisitos locales por cumplir para la instalación de un sistema fijo contra incendios.....	32
3.8. Código de incendios	45
3.9. Código de seguridad humana.....	45
3.10. Extintores portátiles	46
3.11. Sistema de rociadores	47
3.12. Sistema de tubería vertical, gabinetes y tomas de mangueras.....	48
3.13. Cuarto de bombas	49
3.14. Tanque de almacenamiento de agua.....	50
3.15. Sistema de tuberías	51
3.16. Inspección, pruebas y mantenimiento del sistema	51
4. Diseño del sistema	52
4.1. Código de incendios	52
4.2. Código de seguridad humana.....	53
4.3. Diseño del sistema de rociadores automáticos.....	55

4.4. Diseño del sistema de tubería vertical	134
4.5. Diseño del cuarto de bombas	157
4.6. Diseño del tanque de almacenamiento de agua.....	177
4.7. Diseño del sistema de tuberías privadas de alimentación	185
4.8. Diseño del sistema de extintores manuales.....	186
4.9. Cálculo con el software de simulación hidráulico.....	187
5. Selección de equipo	212
6. Conclusiones y recomendaciones.....	213
Bibliografía	214
Anexos	216
Anexo A.	216
Anexo B	222
Anexo C.....	226
Anexo D.....	256
Anexo E	294

Índice de tablas

Tabla 3.1: Coeficiente de Hazen-Williams C_h	31
Tabla 4.1: Posicionamiento de rociadores para evitar obstrucciones en la descarga	64
Tabla 4.2: Tabla de tuberías para riesgo leve	82
Tabla 4.3: Tabla de longitudes equivalentes de la tubería de acero Cédula 40	88
Tabla 4.4: Multiplicador del Valor C.....	89
Tabla 4.5: Requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente	119
Tabla 4.6: Capacidades de las bombas centrífugas contra incendios.....	161
Tabla 4.7: Protección del equipo	162
Tabla 4.8: Resumen de información sobre bombas centrífugas contra incendios	166

Índice de figuras

Figura 1.1: Escudo de la institución.....	7
Figura 1.2: Organigrama de la institución.....	14
Figura 2.1: Modelo 3D propuesto de la Torre de Parqueos	20
Figura 3.1: Logo de la NFPA	21
Figura 3.2: Diagrama del histórico de las construcciones en m ² del país	22
Figura 3.3: Ejemplo de montaje de una bomba contra incendios de carcasa partida	23
Figura 3.4: Tetraedro del fuego.	27
Figura 3.5: Diagrama de un sistema completo de rociadores típico.....	48
Figura 3.6: Ejemplo de instalación de una bomba contra incendios.....	50
Figura 4.1: Obstrucciones al desarrollo del patrón de descarga de los rociadores pulverizadores	62
Figura 4.2: Posicionamiento de rociadores para evitar obstrucciones a la descarga	63
Figura 4.3: Distribución de rociadores en el sótano	67
Figura 4.4: Distribución de rociadores en el nivel I.....	69
Figura 4.5: Distribución de rociadores en el nivel II.....	71
Figura 4.6: Distribución de rociadores en el nivel III.....	73
Figura 4.7: Sistema en Grilla	74
Figura 4.8: Sistema en Anillo.....	74
Figura 4.9: Distribución de tubería en el sótano	76
Figura 4.10: Distribución de tubería en el nivel I	77
Figura 4.11: Distribución de tubería en el nivel II	79
Figura 4.12: Distribución de tubería en el nivel III	81
Figura 4.13: Valores de los diámetros de la tubería en el nivel III	83
Figura 4.14: Curvas densidad/área	84
Figura 4.15: Reducción del área de diseño para rociadores de respuesta rápida.	85
Figura 4.16: Detalle de rociadores montantes.....	93
Figura 4.17: Detalle de rociadores colgantes	93

Figura 4.18: Detalle de las curvas de retorno.....	94
Figura 4.19: Área de cobertura versus área de piso	96
Figura 4.20: Reducción del área de diseño para rociadores de respuesta rápida (repetida).....	98
Figura 4.21: Longitud del área remota	100
Figura 4.22: Área remota	101
Figura 4.23: Ejemplo de la determinación del número de rociadores que deben ser calculados	102
Figura 4.24: Rociadores del área remota	103
Figura 4.25: Identificación del camino de la ruta crítica.....	104
Figura 4.26: Isométrico de la ruta crítica	106
Figura 4.27: Ruta crítica con la representación de los orificios de las rutas secundarias.....	107
Figura 4.28: Detalle de alturas en el edificio	111
Figura 4.29: Camino secundario 6-p-CM2	112
Figura 4.30: Camino secundario 2-g-c	112
Figura 4.31: Camino secundario 3-h-d.....	113
Figura 4.32: Camino secundario 4-i-e	113
Figura 4.33: Camino secundario 5-j-f	114
Figura 4.34: Camino secundario 12-q-r-CM3	114
Figura 4.35: Camino secundario 8-l	115
Figura 4.36: Camino secundario 9-m	115
Figura 4.37: Camino secundario 10-n	116
Figura 4.38: Camino secundario 11-o	116
Figura 4.39: Camino secundario 7-k-l-m-n-o-CM4	117
Figura 4.40: Camino principal (Ruta crítica)	118
Figura 4.41: Gráfico de los requerimientos del sistema de rociadores.....	120
Figura 4.42: Ensamble constructivo para juntas sísmicas.....	122
Figura 4.43: Acople flexible	122
Figura 4.44: Soporte sísmico lateral.....	124
Figura 4.45: Espaciado de los soportes sísmicos laterales	124

Figura 4.46: Soporte lateral actuando como soporte longitudinal para otra tubería de diámetro menor o igual.....	125
Figura 4.47: Soporte sísmico longitudinal	126
Figura 4.48: Espaciado de los soportes sísmicos longitudinales.....	126
Figura 4.49: Soporte longitudinal actuando como soporte lateral para otra tubería de diámetro menor o igual.....	127
Figura 4.50: Arriostres laterales y longitudinales en cambios de dirección	128
Figura 4.51: Arriostramiento en los cambios de dirección	128
Figura 4.52: Soporte sísmico de 4 vías para tuberías verticales	129
Figura 4.53: Soporte sísmico de 4 vías en el extremo superior de las tuberías verticales	129
Figura 4.54: Soporte sísmico de 4 vías colocado en la tubería horizontal de la tubería vertical.....	130
Figura 4.55: Espaciado de los soportes sísmicos de 4 vías	131
Figura 4.56: Soporte de 4 vías en varios niveles.....	132
Figura 4.57: Soporte para la restricción de ramales.....	133
Figura 4.58: Ejemplos de la conexión para el cuerpo de bomberos.....	137
Figura 4.59: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el sótano	145
Figura 4.60: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el nivel I	146
Figura 4.61: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el nivel II	147
Figura 4.62: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el nivel III	148
Figura 4.63: Detalle de los gabinetes Clase III	150
Figura 4.64: Vista isométrica del gabinete hidráulicamente más desfavorable ...	151
Figura 4.65: Ubicación y tubería para gabinetes y tomas de mangueras.....	152
Figura 4.66: Disposición de tubería aceptable para sistemas combinados de rociadores/ tomas de agua	153
Figura 4.67: Cálculo hidráulico para la tubería vertical con derivación en 2½" ...	154
Figura 4.68: Cálculo hidráulico para la tubería vertical con derivación en 4"	155
Figura 4.69: Cabeza total de bombas contra incendios tipo turbina vertical	158
Figura 4.70: Instalación de una bomba jockey para una bomba contra incendios	166

Figura 4.71: Conexión de tuberías para línea de detección de presión	167
Figura 4.72: Tipos de bombas estacionarias.....	169
Figura 4.73: Curva característica de una bomba contra incendios.....	170
Figura 4.74: Bomba vertical de turbina con eje lubricado con agua o con aceite	171
Figura 4.75: Instalación de una bomba tipo turbina de eje vertical en un foso	172
Figura 4.76: Detalle de las conexiones de una bomba vertical de turbina propulsada por motor diesel	177
Figura 4.77: Ilustración típica de un tanque subterráneo	179
Figura 4.78: Ensamble típico de una placa antivórtice	179
Figura 4.79: Cuatro bajantes del costado norte del edificio existente	181
Figura 4.80: Ubicación del cuarto de bombas y tanque de agua.....	182
Figura 4.81: Superficie de techos a considerar	183
Figura 4.82: Esquema propuesto para la recolección del agua descargada por el cabezal de pruebas	184
Figura 4.83: Esquema propuesto para las trampas.....	184
Figura 4.84: Tubería enterrada y transición	186
Figura 4.85: Recorte de pantalla AutoSPRINK.....	188
Figura 4.86: Rociadores upright AutoSPRINK.....	189
Figura 4.87: Rociadores pendent AutoSPRINK.....	189

Glosario

h	Cabeza de presión
p	Presión
gpm	Galones americanos por minuto
psi	Libras por pulgada cuadrada
q	Incremento de flujo en gpm a agregar en una ubicación específica
Q	Sumatoria de flujos en gpm en una ubicación específica
P_t	Presión total en un punto en una tubería
P_f	Pérdida de presión debida a la fricción entre los puntos indicados
P_e	Presión debida a la diferencia de elevación entre los puntos indicados.
P_v	Presión de velocidad en un punto en una tubería
P_n	Presión normal un punto en una tubería

Resumen

El presente informe de práctica de especialidad es un paso a paso de cómo diseñar y calcular un sistema fijo de protección contra incendios completo basado en rociadores automáticos. El diseño se realizó para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, edificio que podría llamarse el “cuartel general” de la autoridad competente precisamente en el tema que abarca este escrito, la prevención de incendios.

No solo es un diseño de un sistema de rociadores, es un diseño completo de un sistema fijo de protección contra incendios, desde el posicionamiento y ubicación de los rociadores para lidiar con las obstrucciones al patrón de descarga, el sistema de tuberías para los rociadores, el diseño del sistema de gabinetes y tuberías verticales, la soportería y arriostres del sistema, el cuarto de bombas y la selección de una bomba específica listada para uso contra incendios y sus accesorios, el tanque de agua, las tuberías enterradas de alimentación, las ubicaciones de los extintores que dicta la normativa, hasta finalmente todos los cálculos hidráulicos que esto conlleva, tanto hechos a mano mediante las hojas de trabajo detalladas de la NFPA, como usando el programa de simulación AutoSPRINK, software por excelencia para el diseño de sistemas contra incendios.

Palabras clave: Sistema fijo contra incendios, NFPA, rociadores automáticos, bomberos, gabinetes, AutoSPRINK.

Abstract

This specialty practice report is a step-by-step design and calculations for a complete fire protection system based on automatic sprinklers. The design was made for the Building of Central Offices of the Fire Department of Costa Rica, a building that could be called the "headquarters" of the authority having jurisdiction (AHJ) precisely in the subject that talks about this text, the fire prevention.

It is not only a design of a fire sprinkler system, it is a complete design of a fire protection system, from the positioning and location of the sprinklers in order to deal with the obstructions to the discharge pattern, the sprinkler piping system, the design of the cabinets system, hoses and standpipe, the hanging, bracing, and restraint of system piping, the pumps room and the selection of a specific listed fire pump and its accessories, the water tank, the underground fire service mains, the fire extinguishers locations that the regulations dictates and to finally all the hydraulic calculations that this entails, as done by hand with the detailed worksheets of the NFPA as also using AutoSPRINK, the best the simulation software for fire protection systems.

Keywords: Fire protection system, NFPA, automatic sprinklers, fire department, cabinets, AutoSPRINK.

Introducción

En 1865 se crea el Benemérito Cuerpo de Bomberos en Costa Rica, con él nace también la preocupación de la sociedad por registrar los siniestros que se presentan en el país, así como comprobar el estado de los sistemas que se utilizan para salvaguardar la vida y la propiedad en los incendios.

Los sistemas fijos de protección contra incendios, manuales y automáticos, en base a agua, han demostrado ser los sistemas más costo-eficientes, con más de un 90% de efectividad, para las edificaciones que los requieren.

El requerimiento de estos sistemas en las edificaciones nuevas y existentes está regulado en el país por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, que como consecuencia es la autoridad competente y concentra esta función en la Unidad de Prevención e Investigación de Incendios del Cuerpo de Bomberos (anteriormente llamado Departamento de Ingeniería), basándose en paquetes normativos nacionales e internacionales como el de la National Fire Protection Association (NFPA).

El cuartel general de bomberos es el Edificio de Oficinas Centrales (véase la Fotografía 1 en el Anexo B), ubicado al costado norte del mercado “La Coca Cola”, este es un edificio antiguo que anteriormente perteneció al Instituto Nacional de Seguros (INS) y ahora alberga las oficinas administrativas de Bomberos, al Director General y a la Junta Directiva. Este edificio actualmente se encuentra en remodelación y ampliación, más aún con los últimos cambios no cuenta con un sistema fijo de protección activa contra incendios, por lo que a la administración le gustaría ver una propuesta de un sistema fijo contra incendios para este edificio.

El proyecto presente se basa en diseñar una propuesta de un sistema fijo contra incendios para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y como el autor de este proyecto labora en el

Departamento de Ingeniería y además, como es perito especialista en estos sistemas contra incendios, conoce las necesidades y requerimientos que a lo interno tiene la administración, por lo que se tratará de hacer una propuesta que satisfaga tanto a los requisitos normativos como a las necesidades y requerimientos que se desea que tenga el edificio emblema del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

Definición del problema

Desde 1925 cuando se dispuso a crear un Cuerpo de Bomberos ligado al aquel entonces Banco de seguros se vio la necesidad de crear un Departamento de Administración y Control de Riesgos, así como de siniestros importantes, por lo tanto, para 1981 se creó consigo un departamento de ingeniería encargado de controlar y registrar eventos y sucesos de interés para la institución.

Posteriormente se fueron creando otras áreas dentro del Departamento como Visado de Planos, Control de Proyectos, Inspección y Prueba de Sistemas Fijos Contra Incendios, entre otros, pero el reto del Departamento de Ingeniería es que éste debe mantenerse en constante actualización, expansión y desarrollo de la mano con el avance de la materia de prevención y sus distintas ramas que ha tomado fuerza y una gran importancia ya que se encuentra en auge en los países del primer mundo, puesto que se ha descubierto que entre más se invierta en prevención más segura estará la propiedad, como rascacielos de costos multimillonarios así como la vida y el medio ambiente cuyo valor es incalculable y se ha encontrado que la mejor solución costo-eficiente es seguir los parámetros de prevención que brindan las compañías especializadas en el tema.

Según el Manual de protección contra incendios (2009) en Latinoamérica “existen miles de edificaciones con la arquitectura del primer mundo, pero con sistemas de seguridad humana y protección contra incendios con la tecnología de los edificios de tres pisos de antaño. Es en estos edificios que está ocurriendo lo inimaginable, mientras que le pedimos a nuestros departamentos de bomberos que hagan lo imposible.” Lo anterior es una realidad en nuestro país, “nunca podemos olvidar que los edificios, las estructuras y los sistemas de protección contra incendios que no alcanzan niveles aceptables de protección contra incendios nos afectan a todos en nuestra sociedad”, si finalmente ocurre un siniestro, somos todos como sociedad quienes pagamos las consecuencias.

En Costa Rica el ente encargado de velar por la prevención y la seguridad humana en las edificaciones es la Unidad de Prevención e Investigación de Incendios, departamento del Cuerpo de Bomberos responsable de la prevención de siniestros en todos sus alcances. El autor de este escrito labora en esa Unidad y como colaborador de esta área conoce cuales son los requerimientos que por ley deben cumplir las edificaciones nuevas y existentes.

El Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos es el cuartel general del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, pero el edificio es una construcción antigua que no contaba, hasta hace un tiempo, con elementos de protección a la vida humana, ni activos ni pasivos, por lo que la organización ha venido incrementando los esfuerzos por actualizar el edificio para que cumpla con los parámetros dictados por la normativa, normativa que es el mismo Cuerpo de Bomberos el encargado de velar por su cumplimiento, por lo que se desea proteger este edificio con un sistema de protección activa contra incendios en base a rociadores automáticos con gabinetes y tomas de mangueras, para que éste sea un sistema “modelo” para aquellos que visitan las instalaciones del inmueble.

Capítulo 1

1. Generalidades de la empresa

1.1. Historia del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica



Figura 1.1: Escudo de la institución

Fuente: Bomberos de Costa Rica, 2018

Según la página oficial del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, desde 1543 se tiene conocimiento de incendios en Costa Rica. En esa ocasión los aborígenes quemaron dos poblados como protesta por los vejámenes hechos a sus Caciques. A través de los años los incendios han seguido presentes en el país, muchos de estos provocados intencionalmente como los que se presentaron en Nicoya en 1681 y en Esparza en 1687, causados por los piratas.

El 26 de enero de 1864, en San José, un voraz incendio en la casa propiedad de don Francisco María Iglesias, indujo a los costarricenses para formar un cuerpo de bomberos debidamente organizado.

Con la enorme preocupación que dejó entre los vecinos ese siniestro, el 15 de febrero de ese mismo año la Municipalidad de San José acordó iniciar gestiones, incluso recoger una contribución voluntaria entre los ciudadanos, para traer de los Estados Unidos una “bomba para incendios”, que llegó a la capital el 20 de junio

de 1865. Simultáneamente, el Ayuntamiento de San José preparó y presentó al Poder Ejecutivo, el primer Reglamento Oficial del Cuerpo de Bomberos, que fue aprobado con fecha 27 de julio de 1865 y marca el inicio en Costa Rica de las actividades de una organización de esa índole.

Se constituyó así el primer cuerpo de respuesta, a cargo de la Municipalidad de San José, cuya operación continuó en sus primeros años matizada con bastantes penalidades. Sin embargo, debido a la impericia y falta de conocimientos sobre técnicas de extinción, los improvisados apagafuegos no brindaban un servicio adecuado en los momentos que más se les requería.

En junio de 1913 llegó a San José una bomba construida por la fábrica Knox, de Springfield, Massachusetts en Estados Unidos, primera de sistema automotor en el país. Ese mismo año se implantó un sistema de corte militar en la organización formal de los bomberos.

Los gobernantes de la época observaron la necesidad de una mejor prevención, protección y combate de incendios y poco después de la creación del Banco Nacional de Seguros, el 29 de mayo de 1925, por medio del Decreto Ejecutivo N°4 del entonces presidente de la República el Lic. Ricardo Jiménez Oreamuno, se dispuso que el Cuerpo de Bomberos pasara a ser una dependencia del citado Banco, hoy el Instituto Nacional de Seguros (INS) y que éste fuera el encargado de su administración y dotación.

De ahí en adelante se inició una nueva era para los bomberos cuya organización se transformó totalmente. El Banco Nacional de Seguros se preocupó por dotarlos de equipos modernos, con un número de miembros acorde a las circunstancias; se comenzaron a construir edificios especialmente para Estaciones de Bomberos y se extendió el servicio por distintas partes del país.

En marzo del 2002 se promulgó la Ley 8228, Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y de acuerdo a sus posteriores modificaciones, se crea el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica como un órgano de desconcentración máxima adscrito al Instituto Nacional de Seguros (INS), con domicilio en San José y competencia en todo el territorio nacional, para cumplir con las funciones y las competencias que en forma exclusiva las leyes y los reglamentos le otorgan, lo que significa especializar sus funciones y competencias, así como también que alcance independencia financiera, administrativa, patrimonial, técnica y operativa.

En la actualidad, Cuerpo de Bomberos ha logrado tener un total de 78 estaciones de bomberos distribuidas en todo el territorio nacional, que brindan sus servicios de protección a la sociedad costarricense. Así mismo se cuenta con varias edificaciones que dan soporte logístico y de prevención a la labor de salvaguardar la vida y la propiedad, como la Academia Nacional de Bomberos, el Centro de Operaciones de Bomberos F5 y la Unidad de Prevención e Investigación de Incendios.

Una de las nuevas estaciones que está iniciando su proceso de construcción a partir del presente año es la Mega Estación Metropolitana Sur que albergará a la Estación de Barrio Luján, la Estación Central y una torre aparte, que será el nuevo Edificio de Ingeniería, para la Unidad de Prevención e Investigación de Incendios.

Unidad de Prevención e Investigación de Incendios

La Unidad de Prevención e Investigación de Incendios se divide en el Área de Control Preventivo y Área de Promoción e Investigación, con la finalidad de ofrecer diferentes servicios técnicos de prevención que contribuyan con la seguridad del personal que labora en las empresas del país, de sus visitantes y de la estructura o bienes de las mismas.

El Área de Control Preventivo se subdivide en los siguientes programas:

- Programa de Revisión de Proyectos Constructivos

Recibe, revisa y analiza planos constructivos, así como la aprobación o rechazo de los planos según sea la situación; realiza informes técnicos, hace revisión de planos constructivos mediante APC (revisión digital) y brinda asesoramiento y consultas a ingenieros y arquitectos.

Uno de los servicios técnicos que brinda la Unidad es la verificación de requisitos de protección contra incendios, este servicio se ejecuta en edificios que cuenten con trámite de planos mediante el Administrador de Proyectos de Construcción (APC) del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

La verificación en sitio consiste en revisar los elementos de protección contra incendios pasivos y activos indicados en planos por el profesional responsable, así como el cumplimiento de disposiciones indicadas en informes de revisión efectuados por medio de la plataforma APC. Adicionalmente se verifican otros elementos de riesgo detectados en la inspección que no hayan sido posible identificar mediante la revisión de los planos

- Hidrantes

Coordina con las comisiones el método de trabajo y la prioridad de trabajo a nivel nacional, coordina con las administraciones de acueductos la ubicación de los hidrantes, revisa el estado de los hidrantes e informa de los resultados de los estudios que se realicen, capacita a los bomberos a nivel nacional sobre la Ley y su reglamento en tema de hidrantes y realiza informes técnicos de los hidrantes.

- Programa Pruebas de Sistemas Integrados de Protección contra Incendios

Se realizan las pruebas cuantitativas en campo, para verificar el adecuado funcionamiento y rendimiento de los sistemas de protección activa contra incendios. En el servicio de inspección y prueba del sistema fijo contra incendios se incluyen los siguientes puntos:

- Punto crítico en el sitio más distante de la red
- Curva de la bomba contra incendio
- Inyección al sistema mediante unidad de bomberos
- Succión directa del tanque mediante unidad de bomberos
- Transferencia (en caso de motor eléctrico)
- Medición de Hidrantes en sitios críticos
- Sensado del sistema en el panel de detección y alarma
- Inspección del diagrama del sistema de bombeo y sus pruebas de arranque
- Prueba de válvulas controladoras de piso (riser)

El Área de Promoción e Investigación se subdivide en los siguientes programas:

- Programa Análisis y Evaluación de Riesgos

El Programa de Análisis y Evaluación de Riesgo ofrece el servicio evaluación del cumplimiento normativo en seguridad humana y protección contra incendios.

El análisis se inicia con una visita de campo dirigida por especialistas con amplio conocimiento de las leyes, reglamentaciones técnicas nacionales y la normativa de la asociación nacional de protección contra incendios (NFPA por sus siglas en ingles). El programa dispone de equipos modernos de alta calidad, con los que se apoya el desarrollo del análisis.

A partir de las condiciones observadas, se realiza un informe donde se registran los hallazgos, se comparan y analizan con la normativa para emitir las disposiciones correspondientes.

El objetivo del informe consiste en que la entidad que adquirió el producto genere un cronograma de trabajo para la implementación de las disposiciones emitidas. En caso de que el cliente lo requiera, el programa de análisis y evaluación de riesgos pone a su disposición un servicio de seguimiento que le brinde asesoría durante esta etapa y en la ejecución de sus acciones, de modo que se mejoren los índices de cumplimiento de la normativa y con ello la protección de la vida, los bienes y el medio ambiente.

- Programa de investigación y análisis

El objetivo es determinar el origen y la causa de los incendios investigados en estructuras para crear programas de prevención. Con base en la información recopilada se generan estadísticas que son el fundamento para estos programas.

Se documentan incidentes con materiales peligrosos, incendios forestales e incendios en vehículos.

En colaboración con las instituciones judiciales se analizan incendios con características de intencionalidad y se brindan declaraciones en juzgados.

Se realizan informes a propietarios de las estructuras afectadas por el fuego, así como a las autoridades judiciales y a las compañías aseguradoras nacionales e internacionales.

Se brinda el servicio de evaluación de simulacros supervisando la realización y el desarrollo y elaborando un informe con las oportunidades de mejora detectadas.

- Programa Promoción y Asesoría

El Programa de Promoción y Asesoría ofrece el servicio gratuito de evaluación del cumplimiento normativo en riesgos en seguridad humana y protección contra incendios a instituciones de apoyo social, instituciones del Estado y centros educativos estatales.

El análisis se inicia con una visita de campo dirigida por especialistas con amplio conocimiento de las leyes, reglamentaciones técnicas nacionales y la normativa de la asociación nacional de protección contra incendios (NFPA por sus siglas en inglés). El programa dispone de equipos modernos de alta calidad, con los que se apoya el desarrollo del análisis.

A partir de las condiciones observadas, se realiza un informe donde se registran los hallazgos, se comparan y analizan con la normativa para emitir las disposiciones correspondientes.

El objetivo del informe consiste en que la entidad que adquirió el producto genere un cronograma de trabajo para la implementación de las disposiciones emitidas. En caso de que el cliente lo requiera, el programa de análisis y evaluación de riesgos pone a su disposición un servicio de seguimiento que le brinde asesoría durante esta etapa y en la ejecución de sus acciones, de modo que se mejoren los índices de cumplimiento de la normativa y con ello la protección de la vida, los bienes y el medio ambiente.

1.2. Organigrama

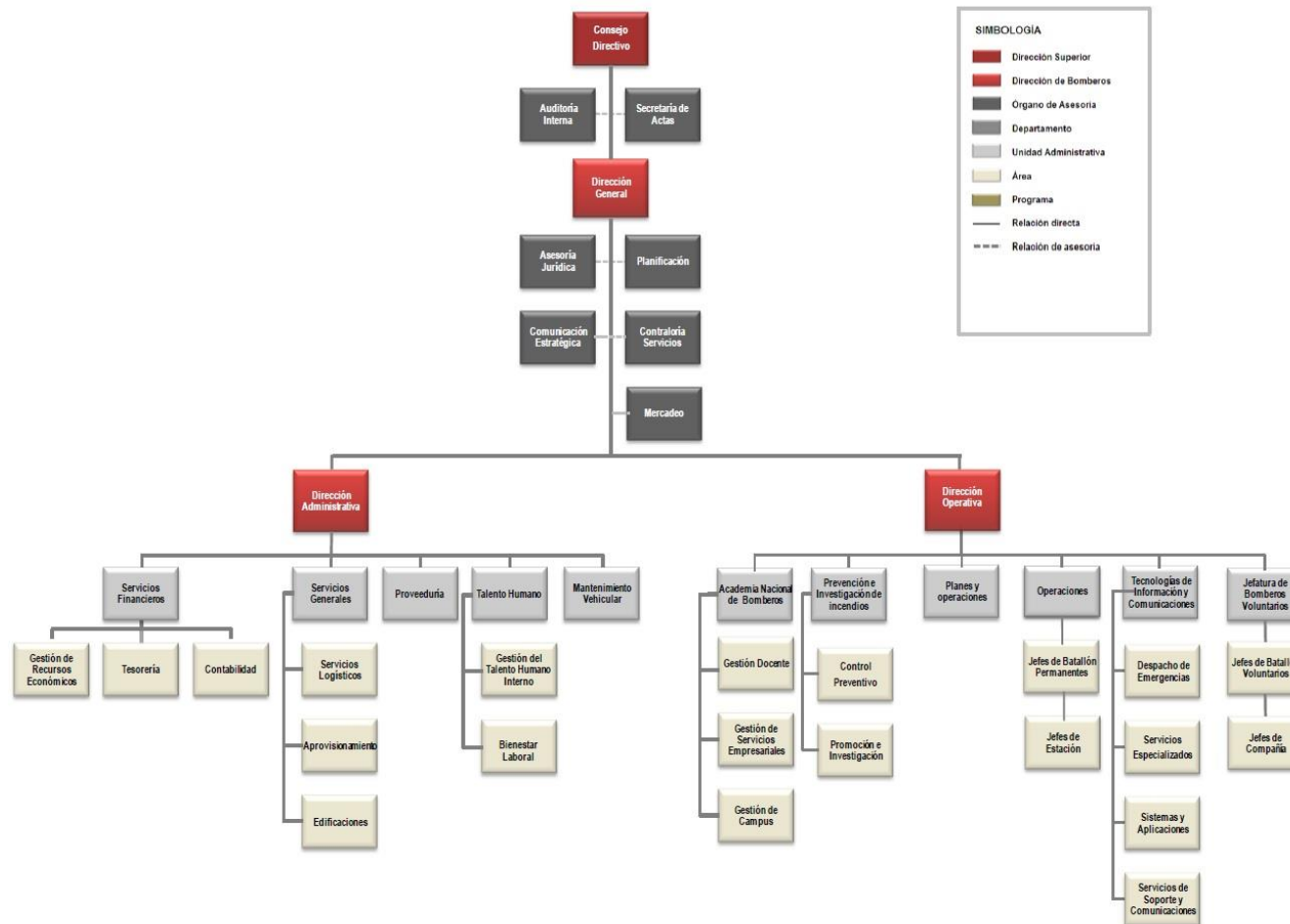


Figura 1.2: Organigrama de la institución

Fuente: Bomberos de Costa Rica, 2018

1.3. Misión y Visión

1.3.1. Misión

Brindar servicios de prevención y protección para salvaguardar la vida, los bienes y el medio ambiente.

1.3.2. Visión

Ser un referente de calidad e innovación a nivel nacional e internacional.

Capítulo 2.

2. Descripción del proyecto

2.1. Introducción

Con más de 8 años de ser bombero voluntario en la Estación de Cartago (3-0) y ahora en la Jefatura general de bomberos voluntarios y con 2 años de laborar en el Departamento de Ingeniería de los Bomberos, he visto y probado ya varios sistemas fijos contra incendios, lo que me llevó a querer desarrollarme en esta área.

Al trabajar en la institución responsable de la cultura en la prevención contra incendios, sé de los esfuerzos de la organización por poner en regla todos los edificios antiguos que la organización posee, como es el caso del Edificio de Oficinas Centrales, que por su construcción antigua hasta hace unos años no contaba con ningún elemento de protección contra incendios y a la fecha se están haciendo los cambios necesarios para alinear el inmueble para que cumpla con la normativa que la organización profesa.

2.2. Antecedentes

2.2.1. Historia del Edificio de Oficinas Centrales

El Edificio de Oficinas Centrales del Cuerpo de Bomberos es una edificación que podría catalogarse como un inmueble bastante antiguo, diseñado y construido en 1964 por la compañía constructora Alvarado Abella – Marchena Gonzáles, ha sido ocupado por varios arrendatarios y remodelado en varias ocasiones. Antes de pasar a manos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica en el 2009, fue por más de 20 años el Edificio de Avalúos del Instituto Nacional de Seguros de Costa Rica.

El edificio consta actualmente de un semisótano destinado a bodegas de herramientas, manuales y artículos de oficina, salas de reuniones y un gimnasio y tres niveles solamente de oficinas, salas de reuniones y un comedor.

Desde el punto de vista estructural el edificio está compuesto por marcos estructurales de concreto armado en dos sentidos ortogonales, con paredes de concreto y divisiones en liviano.

Con relación a los entrepisos, éstos están constituidos por viguetas de concreto que fueron colocadas dobles en la parte frontal y sencilla en el resto.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de un sistema fijo contra incendios para ser instalado en el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica que cumpla y exceda con los requerimientos mínimos solicitados por normativa para este tipo de edificaciones.

2.3.2. Objetivos específicos

- 1) Investigar la información bibliográfica sobre sistemas de protección contra incendio, así como también la normativa de diseño aplicable al país (Normas NFPA, entre otras).
- 2) Identificar los criterios de diseño, así como los elementos a incluir en el mismo, para que cumpla con lo dictado por la normativa para el tipo de riesgo y tipo de edificio.
- 3) Proponer un diseño que cumpla con todos los requerimientos del tipo de riesgo y del edificio, así como las necesidades de la institución.
- 4) Realizar los cálculos hidráulicos mediante la hoja de cálculo hidráulico, que cumpla con la normativa y con lo requerido por la autoridad competente.

- 5) Evaluar el diagrama de tuberías, equipos y accesorios en base al cálculo de la red hidráulica mediante un software para tal fin.

2.4. Justificación del proyecto

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, entre sus competencias establecidas en el artículo 6 de la Ley 8228 (Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica), tiene la obligación de ser un ente preventivo ante la ocurrencia de incendios, accidentes y amenazas para el país en general. El edificio en el que actualmente se encuentran las Oficinas Centrales de Bomberos, es un edificio antiguo por el que han pasado varios arrendatarios, pero que anterior a Bomberos perteneció al INS. Este edificio cuando se construyó no se vislumbraba adicionarle a la construcción nada que no fuera lo arquitectónicamente necesario.

Según el artículo 66 de la Ley 8228, en Costa Rica se adopta en su totalidad la normativa de la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos y sobre esta normativa es que se basa el diseño e instalación de los sistemas fijos contra incendios. De la misma normativa se desprende el Código de Incendios (NFPA 1) y el Código de Seguridad Humana (NFPA 101) y en su contenido se puede observar que edificaciones antiguas como el Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos deben ser actualizadas con sistemas, activos y pasivos, para la protección y la seguridad a la vida humana. Aunado a lo anterior, e inclusive por encima de esto, se encuentra el Reglamento Técnico General Sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, del que se hace ejercicio a través del Manual de Normas Técnicas al que se refiere este reglamento.

En este punto es necesario mencionar que el Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos tiene un área de parqueos que con el tiempo y por la cantidad de personal que labora en el inmueble, así como los terceros que visitan el edificio, se ha ido quedando limitada de espacios para parquear. Es por esto, que la

administración planea hacer en esa área la Torre de Parqueos del Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos, que dependiendo de su construcción llevaría obligatoriamente un sistema fijo de protección contra incendios y se espera que el presente diseño sirva también a este propósito.

2.5. Definición del proyecto

Por lo mencionado en el apartado anterior y por la urgente necesidad de la institución por modernizar sus instalaciones, se están llevado a cabo esfuerzos para reestructurar el Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos.

Para ajustar el edificio a las necesidades y requerimientos actuales de la institución, se están realizando una serie de remodelaciones, entre las que, de las cosas nuevas que se desea que tenga, es un sistema fijo de protección contra incendios, obviamente necesario para proteger la vida y la inversión del edificio. Además, el autor de este escrito ha propuesto que sea un sistema “modelo” para los funcionarios y profesiones que asisten a sus instalaciones, superando lo mínimo solicitado por la normativa, más no considerándolo un “sobre diseño” pues al ser este edificio el “cuartel general” de la autoridad competente en el tema, se espera que sea un sistema que cumpla con holgura lo mínimo requerido.

Similar a lo mencionado anteriormente, se quiere que este sistema tenga una casa de máquinas igual de ejemplar para lo que se ha dispuesto que el tanque de almacenamiento de agua del sistema recoja las aguas llovidas, para tal fin se van a usar las superficies de techos para captar el agua de las lluvias y dirigirlas al tanque. Asimismo, el “múltiple de pruebas” se va a ubicar interno a un parqueo, al que se le va a diseñar un sistema de alcantarillado y recolección de aguas en la losa para que retorne el agua al tanque pasando por una serie de trampas mecánicas que separen los sólidos en suspensión como piedras y otros, así como posibles grasas.

El cuarto de máquinas deberá quedar previsto para que se sirva y se pueda conectar sin problemas a la nueva Torre de Parqueos del Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos que se planea construir en un plazo corto (véase Figura 2.1).

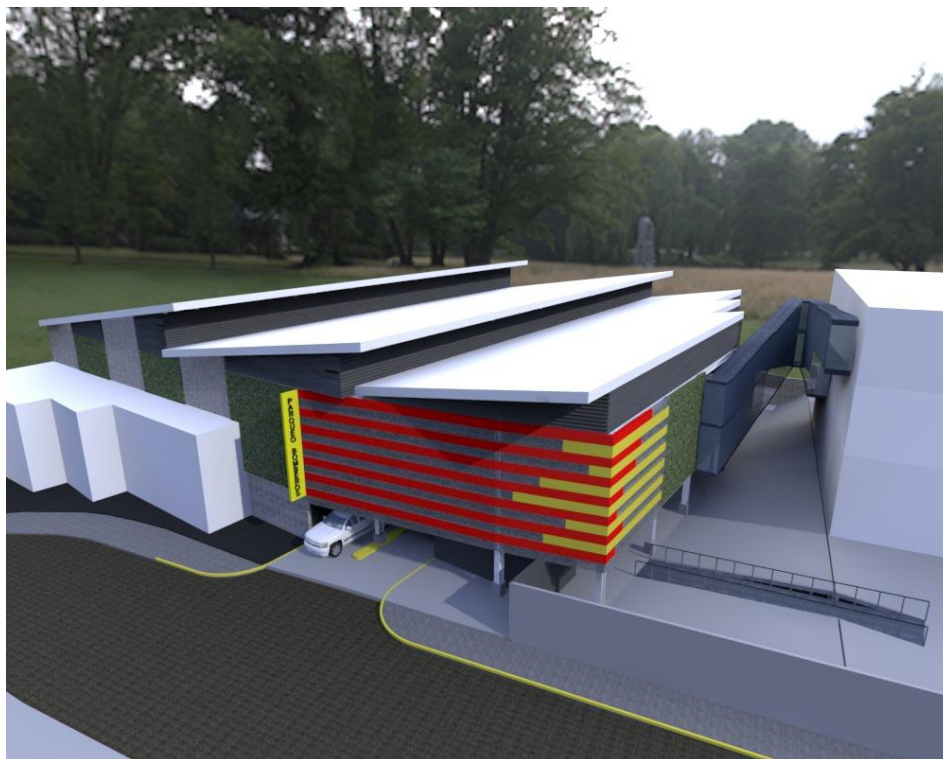


Figura 2.1: Modelo 3D propuesto de la Torre de Parques

Fuente: Bomberos de Costa Rica, 2018

Capítulo 3.

3. Marco teórico

3.1. Introducción

Las prácticas de diseño y construcción de edificios han cambiado significativamente durante el último siglo, así como las profesiones relacionadas con el diseño de edificaciones también han progresado significativamente. Ha nacido en Estados Unidos, país de origen de la normativa NFPA, el ingeniero de protección contra incendios (Fire Protection Engineer), quien una vez certificado recibe el título de PE (por su nombre en inglés Professional Engineer) y que es el responsable de establecer la estrategia de seguridad contra incendios de la edificación, así como la de especificar y diseñar los sistemas de seguridad humana y protección contra incendios, además de inspeccionar y recibir estos mismos sistemas durante y después de su instalación.



Figura 3.1: Logo de la NFPA

Fuente: NFPA, 2018

En Latinoamérica no se conoce esta figura y Costa Rica no se escapa a la región, acá un profesional afín al tema o con los atestados adecuados puede diseñar tanto la estrategia de seguridad humana como los sistemas fijos de protección contra incendios.

La preocupación de las compañías aseguradoras extranjeras, así como un mayor conocimiento del comportamiento del fuego y los nuevos diseños de construcción,

entre otros, han hecho que esta área esté en expansión y se proyecta que continúe de esta manera. Usando los datos de las perspectivas 2018 del CFIA las construcciones que requieren de estos sistemas se proyecta que aumenten para los siguientes años como ha sido su tendencia general, según el CFIA.

Se espera que el año 2018 cierre en una cifra cercana a los 10,5 millones de metros cuadrados, como resultado de un crecimiento en un rango de 1% a 5% (promedio 3%) con respecto a la cantidad de metros cuadrados registrados durante el 2017.

Lo anterior puede apreciarse en la Figura 3.2.

Registro histórico de intención de construcción

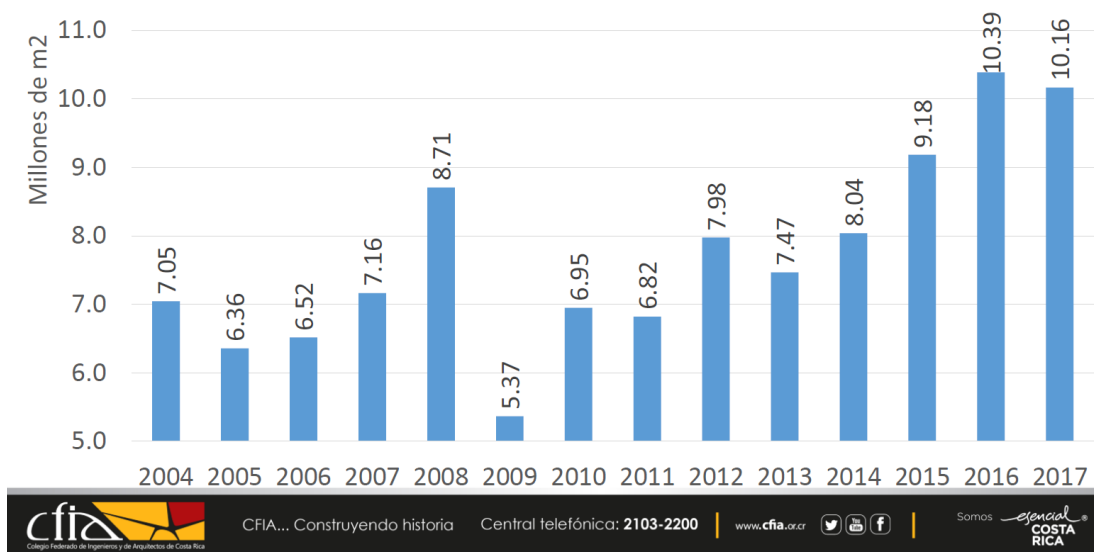


Figura 3.2: Diagrama del histórico de las construcciones en m² del país

Fuente: Perspectivas 2018, CFIA

El método más común de los sistemas de supresión de incendios es el sistema de supresión a base de agua, en especial en los sistemas basados en rociadores automáticos, que según Manual de protección contra incendios (2009) “son considerados por la NFPA y la comunidad de la ingeniería de la protección contra

incendios como el sistema más eficaz y efectivo de supresión de incendios en existencia”.

3.2. Sistemas de protección contra incendios

Según el Manual de sistemas fijos de protección contra incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, un sistema fijo de protección contra incendios (Figura 3.3) es aquel que incluye dispositivos, alambrado, tuberías, equipo y controles que permiten detectar y controlar un incendio y humos. Estos sistemas pueden utilizar agua, polvo químico, espuma o gases.

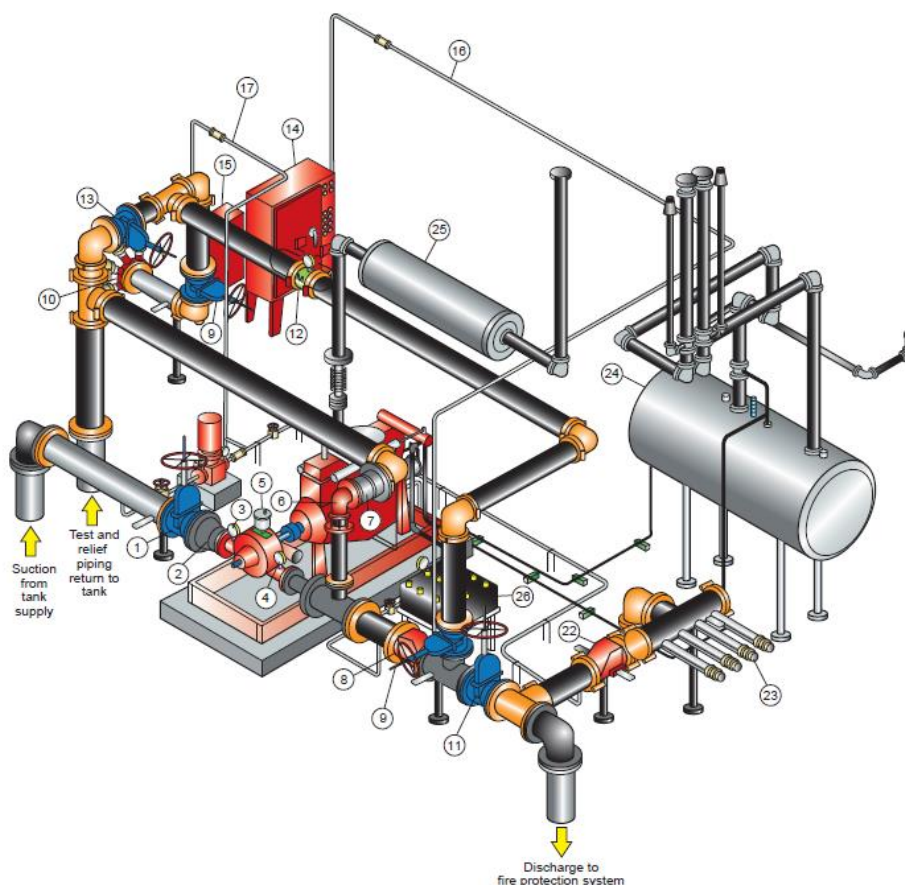


Figura 3.3: Ejemplo de montaje de una bomba contra incendios de carcasa partida

Fuente: Handbook NFPA 20 treceava edición

Los sistemas de protección contra incendios tienen 3 objetivos principales, que en orden de importancia son los siguientes:

1. Salvar vidas
2. Resguardar la propiedad
3. Minimizar interrupciones en los servicios como consecuencia de un incendio

El costo de un sistema de protección contra incendios depende de diversos factores: la resistencia del edificio al fuego, el tipo de uso, el número de pisos por debajo del nivel de la calle, la altura del edificio, medios de evacuación adecuados y el grado de protección deseado.

Los sistemas fijos de protección contra incendios de acuerdo con la NFPA 14, *Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras*, se clasifican de la siguiente forma:

1. Manuales
 - a. Clase I
 - b. Clase II
 - c. Clase III
2. Automáticos
 - a. Boquillas
 - b. Rociadores
 - c. Agentes especiales
3. Clasificación según el estado de la tubería
 - a. Sistemas secos
 - b. Sistemas húmedos

Tomando como referencia el Manual de protección contra incendios (2009), refiriéndose al proceso de diseño de un sistema de protección contra incendios muestra lo siguiente:

Después de conocer las funciones del edificio y las necesidades del cliente, el diseñador debe determinar a conciencia las condiciones tanto generales como especiales que afectan el grado de protección contra incendios aceptables para el edificio. Los grados aceptables de protección y el enfoque de los objetivos del análisis de la protección contra incendios y del proceso de diseño se resumen en las cinco áreas siguientes:

- 1. Protección de la vida*
- 2. Protección de la propiedad*
- 3. Continuidad de operación*
- 4. Protección medio ambiental*
- 5. Conservación del patrimonio histórico*

3.3. Sistemas húmedos en base a agua (Agua como agente extintor de incendios)

Según el Manual de protección contra incendios de la NFPA, el agua es el agente extintor más usado y de mayor disponibilidad. Es barata, abundante, y efectiva para la supresión de incendios. Es transportable y se puede bombear desde su fuente hasta el incendio. El agua está disponible en los sistemas de distribución de agua potable (hidrantes), en arroyos, pozos, estanques, lagos y piscinas.

El agua (H₂O) permanece estable al aplicarla a un incendio y, excepto en circunstancias muy especiales, no se descompone en sus elementos básicos de hidrógeno (H) y oxígeno (O), cada uno de los que estimularía el desarrollo del incendio. Sin embargo, no es el agente extintor adecuado para todos los tipos de incendios.

3.4. Propiedades del agua

Según el Manual de protección contra incendios de la NFPA, las propiedades físicas que permiten que el agua sea un agente extintor eficaz son las siguientes:

1. A temperaturas normales, el agua existe como un líquido estable. La viscosidad del agua en el rango de temperatura de 1 a 99°C (34 a 210°F) permanece constante, lo que permite su transporte y bombeo.
2. El agua tiene una alta densidad, que le permite ser descargada y proyectada desde boquillas, etc. La tensión superficial del agua permite que ésta exista en forma de pequeñas gotas hasta chorros sólidos.
3. El calor latente de fusión es la cantidad de energía requerida para cambiar el estado del agua de sólida (hielo) a 0°C (32°F) a líquido. El agua absorbe 333,2 kJ/kg K (143,4 Btu por libra) en este proceso.
4. El calor específico del agua es 4186 kJ/kg K (1,0 Btu por libra). Por ejemplo, para elevar la temperatura de 0,45 kg (1 lb.) de agua 100°C (180°F), de 0°C (32°F) a 100°C (212°F) se requieren 180 Btu.
5. El agua es efectiva como agente refrigerante debido a su alto calor latente de evaporación (que cambia el agua de líquido a vapor), que es de 2260 kJ/kg (970.3 Btu por libra).
6. El agua se expande al convertirse de estado líquido a vapor hasta 1600 - 1700 veces del volumen líquido. Entonces 3,8 L (1 gal) de líquido [que ocupa 0,004 m³ (0.14 pies³)] produce más de 6,3 m³ (223 pies³) de vapor. Por lo tanto, se deduce que un galón de agua (3,8 L) a temperatura ambiente aplicados a un incendio y convertidos en vapor (conversión completa) absorberán calor tanto al elevarse a la temperatura a la que se convierte en vapor como en el cambio de fase de líquido a vapor.

Calor requerido para elevar la temperatura de un galón de agua hasta la ebullición:

- $212^{\circ}\text{F} - 68^{\circ}\text{F}$ (temperatura ambiente) = $144\Delta^{\circ}\text{F}$
- $144\Delta^{\circ}\text{F} \times 1\text{ Btu/lb} \times 8,33\text{lb}$ (peso de un galón) = 1200 Btu

Calor requerido para cambiar un galón de agua de líquido a vapor:

- $970,3 \text{ Btu/lb} \times 8,33 \text{ lb (peso de 1 galón)} = 8083 \text{ Btu}$

El calor total absorbido es $1200 + 8083 = 9283 \text{ Btu/gal de agua}$

Por lo tanto, un chorro de manguera del cuerpo de bomberos que descarga 100 gpm absorberá 928 300 Btu por minuto en una conversión completa. El mismo chorro de manguera del cuerpo de bomberos generará 22 300 pies cúbicos por minuto de vapor en una conversión completa.

3.5. Propiedades de extinción

El desarrollo de un incendio se explica, de manera simplificada, con la ayuda del tetraedro del fuego (Figura 3.4), en el que se muestra que el desarrollo del fuego tiene cuatro componentes; energía de activación, comburente, combustible y la reacción en cadena. Si se quita alguno de estos cuatro componentes el fuego no podrá mantenerse activo.

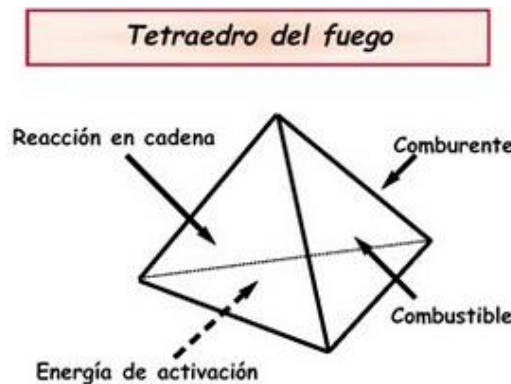


Figura 3.4: Tetraedro del fuego.

Fuente: Internet

Según el Manual de protección contra incendios de la NFPA, el agua es un agente extintor muy efectivo, debido a su capacidad de enfriar el combustible, extraer o

desplazar el suministro de oxígeno, y separar o diluir la fuente de combustible. El mecanismo dominante de la extinción, o una combinación de mecanismos de extinción, depende de varios factores interrelacionados, incluyendo las propiedades físicas y químicas, la geometría del compartimiento (si lo hay), ventilación, condiciones ambientales, la forma del agua aplicada (por ejemplo, niebla contra chorro sólido) y la técnica de aplicación.

Extinción por enfriamiento

Para combustibles sólidos, cuando la pérdida de calor supera la ganancia de calor del fuego, la superficie del combustible empieza a enfriarse hasta que la llama ya no puede subsistir en la superficie.

Además del enfriamiento directo del combustible sólido, el agua puede enfriar indirectamente combustibles sólidos por la reducción del flujo de calor radiante desde la llama y desde la capa superior de gas caliente (si la hay), hasta la superficie del combustible. Esto reduce la velocidad de la pirolisis del combustible, lo que reduce la tasa de liberación de calor del incendio. Este enfriamiento resulta de los efectos de enfriamiento de las gotitas de agua y del vapor.

Conceptualmente, cuando la tasa de absorción de calor del agua se aproxima a la tasa total de liberación de calor del incendio, empieza el control del incendio. Teóricamente no es necesario absorber todo el calor liberado, sino solo el calor suficiente para efectuar la reacción de combustión. Una absorción del 30 al 60 por ciento del calor liberado por un incendio puede ser suficiente para extinguir el incendio.

La cantidad de agua requerida para extinguir un incendio depende de la tasa de liberación de calor [Btu/s (kW)] del incendio. La rapidez de la extinción depende de la forma de aplicación del agua, la cantidad aplicada y la forma en que se aplica el agua.

En la aplicación de niebla de agua, mientras más pequeña sea la gotita, mayor será la velocidad con la que el agua extrae el calor y los gases del incendio, usando así un menor volumen de agua. Sin embargo, una gotita de agua muy pequeña que se aproxima al fuego se puede evaporar en la columna de humo, enfriando solamente la columna de humo, pero sin enfriar efectivamente la superficie del combustible. Los cálculos demuestran que, para muchas aplicaciones, el diámetro óptimo de una gotita de agua va de 0,3 a 1,0 mm (0,01 a 0,04 pulgadas) y que los mejores resultados se obtienen cuando las gotitas tienen un tamaño bastante uniforme. Las gotitas de agua deben superar los efectos del impulso ascendente de la columna de humo, las corrientes de aire, etc., para poder llegar al combustible en llamas y ser eficaces.

Extinción por sofocación

Cuando se aplica agua a un incendio o a la superficie de un compartimiento caliente, se forma vapor. La dilución del suministro de aire (oxígeno) alrededor de las fuentes de combustible permite la supresión por una acción de sofocación. La supresión por este método es más efectiva si las gotitas de vapor y agua se localizan alrededor de la fuente de combustible. Las gotitas de vapor y agua también continúan extinguiendo el fuego por enfriamiento a medida que las gotitas de agua siguen evaporándose alrededor del área caliente del incendio.

Normalmente, los incendios de combustibles comunes se extinguen por el efecto de enfriamiento del agua (no por el efecto de sofocación creado por el vapor). Se ha descubierto que los sistemas de niebla de agua, que se pueden usar como una alternativa para los sistemas de rociadores o ciertos sistemas de extinción gaseosos, son efectivos para controlar y extinguir incendios por enfriamiento y sofocación.

3.6. Hidráulica aplicada a la protección contra incendios

La hidráulica es una subárea de la mecánica de fluidos que trata con el flujo de agua. Cuando se aplica a la protección contra incendios, involucra una red de tuberías, válvulas, accesorios y orificios, con sus pérdidas inherentes, que puede ser tan intrincada como se desee.

En condiciones de flujo interno, el flujo se impulsa principalmente mediante una diferencia de presión, este flujo normalmente es turbulento, lo que aumenta la fuerza de fricción sobre la superficie y por lo tanto la potencia de bombeo necesaria. (Çengel & Cimbala, 2012)

La fórmula de Darcy-Weisbach normalmente utilizada en la mecánica de fluidos es aplicada a cualquier fluido newtoniano, pero es muy compleja para ser aplicada de forma práctica en campo, principalmente cuando es de manera manual y cuando es en régimen turbulento, como es el caso para fluidos poco viscosos dentro de tuberías como el agua en los sistemas hidráulicos comunes.

Tomando como referencia el libro “Mecánica de fluidos” de Robert L. Mott, se sabe que para el caso del flujo de agua en sistemas de tuberías es conveniente un enfoque alternativo.

La fórmula de Hazen-Williams es una de las más populares para el diseño y análisis de sistemas hidráulicos. Su uso se limita al flujo de agua en tuberías con diámetros mayores de 2 pulgadas y menores de 6 pies. La velocidad del flujo no debe exceder los 10 pies/s. Así mismo, está elaborada para agua a 60 °F.

La fórmula de Hazen-Williams es específica en cuanto a las unidades. En el sistema de unidades tradicional de Estados Unidos adopta la forma siguiente:

$$v = 1.32C_h R^{0.63} S^{0.54}$$

donde:

v = Velocidad promedio del flujo (pies/s)

C_h = Coeficiente de Hazen-Williams (adimensional)

R = Radio hidráulico del conducto de flujo (pies)

s = Relación h_L/L : pérdida de energía/longitud del conducto (pies/pies)

El uso del radio hidráulico en la fórmula permite su aplicación a secciones no circulares y también a circulares. Para las secciones circulares se emplea $R = D/4$. El coeficiente C_h sólo depende de la condición de la superficie de la tubería o conducto. La Tabla 3.1 proporciona valores que son comunes. Observe que algunos de ellos son descritos como tubos nuevos y limpios, mientras que el valor de diseño toma en cuenta la acumulación de depósitos en las superficies interiores de la tubería después de cierto tiempo, aun cuando fluya agua limpia a través de ellos. Tuberías más lisas presentan valores más elevados de C_h , que las rugosas.

Tabla 3.1. Coeficiente de Hazen-Williams C_h

Tipo de tubo	C_h	
	Promedio para tuberías nuevas y limpias	Valor de diseño
Acero, hierro dúctil o fundido con aplicación centrífuga de cemento o revestimiento bituminoso	150	140
Plástico, cobre, latón, vidrio	140	130
Acero, hierro fundido, sin recubrimiento	130	100
Concreto	120	100
Acero corrugado	60	60

MS Excel

Fuente: Redibujado por el autor cf.a Mott

Aplicando las propiedades físicas del agua, así como los teoremas relacionados, como el de Bernoulli, es que se realizan los cálculos necesarios en los sistemas fijos de protección contra incendios, según la NFPA 13 (Norma para la instalación de sistemas de rociadores), las pérdidas por fricción en las tuberías deben

determinarse en base a la fórmula de Hazen-Williams para sistemas sin anticongelantes, como sigue:

$$p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$$

donde:

p = resistencia por fricción (psi por pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diámetro interior real de la tubería (pulgadas)

Se debe tener como salvedad que la mayoría de los sistemas actuales, por su topología, en grilla o en anillo, si bien es cierto tienen mejor rendimiento hidráulico que los sistemas en árbol, son imposibles de diseñar a mano o mediante el método de tablas, por lo que se usan programas de diseño asistido por computadora para tal fin, como el que se va a presentar al final de este escrito.

3.7. Requisitos locales por cumplir para la instalación de un sistema fijo contra incendios.

El Artículo 15 de la Ley 8228 nombra al Cuerpo de Bomberos como la autoridad competente en la prevención contra incendios y otras emergencias, por ende, cualquier reglamento dictado en esta materia por la institución es de aplicación obligatoria.

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, emitió el Reglamento Técnico General Sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, publicado en La Gaceta N°11 del 17 de enero de 2005 y el Artículo 6 indica que se dictara el Manual de normas técnicas que se refiere este reglamento.

Es entonces como en el 2005 se publica el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios versión 2005

de acatamiento obligatorio y como complemento el paquete normativo de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association, NFPA por sus siglas en inglés). Posteriormente en el 2013 se publica la versión actual vigente, el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios versión 2013.

Teniendo en cuenta lo anterior, el siguiente segmento de este texto se extrae textualmente de la normativa que aplica en el país, el *Manual de Disposiciones Técnicas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica versión 2013*, es donde se encuentran los requisitos dictados por la autoridad competente y que se deben cumplir para un diseño de un sistema fijo contra incendios en el país; es obligación del diseñador conocerla tal cual y aplicarla siempre, esto en conjunto a todo lo expresado en las normas correspondientes de la NFPA.

Requerimientos para la instalación de extintores.

La protección contra incendios en edificaciones se basará únicamente en extintores portátiles cuando un edificio o estructura cuente con al menos una de las siguientes condiciones:

1. Cuando su área constructiva sea menor a 2500 m² y tenga menos de 6 metros de altura, medidos desde el nivel de acera, hasta el último entrepiso habitable.
2. Cuando su área constructiva sea menor a 2500 m² y la ubicación de la plataforma de rescate del Cuerpo de Bomberos, pueda darse a 15 m de por lo menos una de las fachadas del edificio.

Si la estructura no cumple con las características antes citadas se debe instalar, además, un sistema fijo de protección contra incendios.

Como se indicó anteriormente existen varias alternativas en la escogencia del tipo y la capacidad de los extintores, el Cuerpo de Bomberos solicita la protección de las edificaciones eligiendo una de las siguientes alternativas.

Alternativas

- Un extintor ABC de 4,54 kg ubicados de manera tal que no se deba recorrer más de cada 15 m para alcanzar el extintor, no se recomienda polvo químico en aquellos lugares donde exista presencia de equipo electrónico o en áreas destinadas a restaurantes y cocinas.
- Una batería de extintores compuesta por uno de dióxido de carbono de 4,54 kg y uno de agua a presión de 9.7 lts ubicados de manera tal que no se deba recorrer más de 23 m para alcanzar el extintor. Se recomienda en aquellas áreas donde se busque proteger equipo eléctrico, electrónico, alimentos o áreas de restaurantes y cocinas.

Los extintores con un peso bruto menor a 18kg deben instalarse a una altura no mayor a 125 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor. En casos especiales, cuando el extintor pueda obstruir barandas, pasamanos o algún otro elemento de emergencia, puede autorizarse la instalación del extintor hasta una altura de 150 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor.

Los extintores con un peso bruto mayor a 18 kg deben instalarse a una altura no mayor a 107 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor.

En ningún caso el espacio libre entre el fondo del extintor y el piso debe ser menor a 10 cm.

Los extintores deben ser certificados por un laboratorio reconocido y deben ser sometidos a un programa anual de mantenimiento.

Se pueden utilizar otros tipos de extintores siempre y cuando sean certificados para el uso y el tipo de fuego que se pretende combatir.

En planos se debe indicar la ubicación de todos los extintores a instalar y se debe incluir una tabla de simbología indicando el tipo y la capacidad de los extintores elegidos.

Requisitos generales sistemas manuales contra incendios basados en gabinetes con manguera.

Todos los sistemas basados en la instalación de gabinetes con manguera (tomas fijas de agua) tienen el objetivo común de suministrar agua para la lucha contra el fuego de forma manual. La escogencia de cada tipo de sistemas dependerá de las condiciones del edificio. El diseño de un sistema de gabinetes viene determinado por la norma NFPA 14 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes.

El proceso de escogencia del sistema inicia por determinar para qué se va a usar el mismo, es decir: si es para luchar contra todo tipo de fuegos, sólo como ayuda inicial o ambas funciones. Estos tres usos corresponden a tres categorías de sistemas de tomas fijas, o “clases”, como suelen conocerse.

Existen 3 alternativas básicas para elegir el sistema de protección manual contra incendios de un edificio. El profesional de diseño y el propietario pueden elegir colocar un nivel de protección superior al solicitado por esta normativa, pero nunca se debe colocar un tipo de sistema que brinde una protección inferior a la mínima requerida.

a) Sistema fijo manual clase I.

Consiste en gabinetes con salidas de 64mm (2½ pulgadas) para el uso de bomberos, diseñado e instalado según la normativa NFPA 14 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes. Debe ser capaz de suministrar 31,55

L/s (500 GPM) y mantener una presión residual de 7.03 kg/cm² (100 psi) en las dos tomas más distantes del edificio 15, 77 L/s (250 GPM) en cada una.

Los sistemas clase I son solicitados en aquellos edificios cuya altura sea superior a 22 m desde el nivel más bajo de acera hasta el nivel de piso terminado del último piso habitable. Este sistema se considera auxiliar a la red de rociadores automáticos y sus accesorios serán utilizados solamente por los equipos de bomberos.

b) Sistema fijo manual clase II.

Consiste en gabinetes con mangueras de 38mm (1 ½ pulgadas) para el uso de los ocupantes del edificio, diseñado e instalado según la normativa NFPA 14 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes. Debe ser capaz de suministrar 12,82 L/s (200 GPM) y mantener una presión residual de 4,5 kg/cm² (65 psi) en las dos tomas más distantes del edificio 6,41 L/s (100 GPM) en cada una.

Estos sistemas están diseñados generalmente para ser utilizados por las brigadas de incendios y en última instancia por los ocupantes del edificio, hasta que lleguen los equipos de bomberos.

La protección contra incendios se basará en un sistema fijo manual clase II cuando un edificio o estructura cuente con las siguientes condiciones:

1. Su área constructiva sea mayor o igual a 2500 m².
2. Su altura sea menor a 22 m desde el nivel más bajo de acera hasta el nivel de piso terminado del último piso habitable.
3. Cuando se requieran menos de 60 m de manguera desde la ubicación de una unidad de bomberos hasta el punto más alejado dentro del edificio.

c) Sistema fijo manual clase III.

Consiste en gabinetes con mangueras de 38 mm (1½ pulgadas) para el uso de los ocupantes del edificio y salidas de 64 mm (2½ pulgadas) para el uso de bomberos, diseñado e instalado según la normativa NFPA 14 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes. Debe ser capaz de suministrar 31,55 L/s (500 GPM) y mantener una presión residual de 7.03 kg/cm² (100 psi) en las dos tomas más distantes del edificio 15,77 L/s (250 GPM) en cada una.

Están proyectados tanto como primera ayuda en el caso de incendio para luchar contra el fuego, como también sistemas proyectados generalmente para ser utilizados por los bomberos, las brigadas internas y en último por los ocupantes del edificio.

La protección contra incendios se basará en un sistema fijo manual clase III cuando un edificio o estructura cuente con las siguientes condiciones:

1. Su área constructiva sea mayor o igual a 2500 m²
2. Su altura sea menor a 22 m medidos desde el nivel más bajo de acera hasta el nivel de piso terminado del último piso habitable.
3. Cuando se requieran más de 60 m de manguera desde la ubicación de una unidad de bomberos hasta el punto más alejado dentro del edificio.

Nota: El área mínima de 2500 m² indicada en este manual para solicitar los sistemas fijos de protección contra incendios se basa en la capacidad que tiene una unidad de bomberos en cuanto a personal y equipo y sobre todo en los tendidos de manguera laterales con los que cuenta, que son de 60 m de largo; estos en caso de un ataque ofensivo permiten tener una penetración dentro de la edificación de 50 x 50 m asumiendo que la unidad de bomberos puede ubicarse a no más de 10 m del acceso del edificio.

Una vez sobrepasada esta área, el edificio debe contar con el sistema fijo que facilite las labores de extinción de los Cuerpos de Bomberos que atienden la emergencia.

Requerimientos de los sistemas fijos de protección contra incendios.

a) Extintores portátiles.

Cualquier edificio que cuente con un sistema fijo contra incendios manual debe contar además con extintores portátiles como complemento, por lo que debe instalarse ya sea un extintor de dióxido de carbono para fuegos BC de 4,54 kg o de polvo químico para fuegos ABC de 4,54kg en cada gabinete.

Los edificios protegidos por rociadores automáticos deben contar con extintores portátiles colocados según el capítulo 2.6 del manual.

b) Bomba contra incendios.

1. Las bombas contra incendio deben ser unidades de bombeo tipo centrífuga, pueden ser accionadas por un motor de combustión interna diésel, para lo cual deben contar con reserva de combustible que permita su operación continua por un tiempo de 8 horas. También se podrá utilizar un motor por accionamiento eléctrico, siempre que se encuentre conectado a una planta de energía de emergencia y su transferencia de energía sea automática. Deben cumplir con los requisitos de la norma NFPA 20 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes.

2. La bomba debe cumplir la curva característica de las bombas de incendio que indica lo siguiente:

- La curva será siempre descendente, presentando la presión máxima a caudal cero.

- Pasará por un punto, denominado nominal, de manera que:
 - (A) A caudal cero la presión no superará el 140% de su presión nominal dependiendo de la bomba.
 - (B) Al 150% de su caudal nominal de presión será superior al 65% de su presión nominal.

3. Las bombas centrífugas horizontales trabajarán siempre en carga (aspiración positiva). Si la bomba no trabaja en carga (aspiración por elevación) se usará una bomba centrífuga vertical de turbina.

4. No se permiten bombas centrífugas horizontales con posibilidad de descebamiento, aunque tengan depósitos de cebado con reposición automática de agua.

c) Tanque de abastecimiento.

1. El suministro de agua debe ser suficiente para abastecer el caudal nominal de la bomba contra incendios por al menos 30 minutos. El tanque podrá ser compartido para procesos de producción, para consumo humano e incendio siempre que las succiones de las bombas estén instaladas a diferentes alturas de manera que la reserva de agua para uso en caso de un siniestro siempre esté disponible y no exista la posibilidad que se utilice en los procesos o servicios normales del edificio, pero que si permita sacar el volumen total de agua para la atención de un incendio.

2. Cuando el tanque de agua del edificio tenga una capacidad neta de 57 m³ o más, se debe instalar una toma directa según las siguientes características:

Tanque asentado o aéreo. Tubo en hierro negro cédula 40 de 150 mm de diámetro, debe contar con una válvula de vástago ascendente de 114 mm (4 ½ pulgadas) de diámetro con una terminal en rosca macho NST (National

Standard Threat) y la tapa correspondiente, accesible a las máquinas de bomberos a una distancia máxima de 5 m entre la máquina y la toma. Deberá contar con un área adyacente que permita un radio de giro de 15 m y soporte un peso vehicular de 35 toneladas.

Tanque subterráneo. Placa antivórtice dos veces el diámetro del tubo o 1.2 m x 1.2 m según la NFPA 22 edición 2013 o el equivalente en las versiones más recientes, tubo en hierro negro cédula 40 de 150 mm de diámetro, longitud máxima vertical 3 m, terminal en rosca NST (National Standard Threat) de 4.5 pulgadas con la respectiva tapa, accesible a las máquinas de bomberos a una distancia máxima de 5 m entre la máquina y la toma. Deberá contar con un área adyacente que permita un radio de giro de 15 m y soporte un peso vehicular de 35 toneladas.

d) Caseta de bombeo.

El tanque de abastecimiento y la unidad de bombeo deben ser ubicados lo más distante posible a todos los edificios (mínimo 15 metros), caso contrario será en un lugar estratégico para no ser dañado en caso de incendio. La unidad de bombeo contará con una caseta que reúna las siguientes características:

- Capaz de alojar todo el equipo de bombeo, con espacio suficiente para su manipulación y mantenimiento.
- Ventilado adecuadamente.
- Drenajes o medio de achique para caso de inundación por fuga accidental.

e) Sistema de tuberías.

El diseño debe obedecer a un estudio de ingeniería, en el cual se considerarán las pérdidas producto de la longitud, los accesorios, el nivel de referencia, el suministro de agua y otros. Es recomendable que el sistema forme un circuito

hidráulico cerrado, permitiendo por medio de válvulas que, si un tramo se dañe, las tomas queden alimentadas por el otro tramo.

La presión máxima en cualquier momento y en cualquier punto del sistema no debe exceder los 24 bar (350 psi).

Se deben equipar con gabinetes o tomas de mangueras con los diámetros correspondientes para el tipo de sistema a instalar, distribuidas en cada nivel de manera que desde el gabinete hasta el punto más alejado a proteger dentro de la edificación no sea mayor de 40 m. La distancia se debe medir a lo largo de una trayectoria de desplazamiento originado en la conexión de la manguera, esta contempla 30 m de manguera que contiene el gabinete y una proyección de 10 m adicionales originados por el chorro de agua.

Las tuberías que se empleen serán de acero cédula 40, con capacidad para soportar las presiones a que será sometida. En los sectores que se use la tubería enterrada se debe proteger contra la corrosión, así como cuando las condiciones climáticas lo requieran.

Como alternativa puede usarse el policloruro de vinilo (CPVC) clase C-900, siempre en forma enterrada. En tuberías de CPVC, para la utilización en redes generales no se aceptan uniones mediante adhesivos o pegamento. Las figuras deben ser de hierro negro cédula 40, bridadas o ranuradas.

f) Siamesa.

Todo sistema requiere siamesa de inyección, ésta debe contar con una válvula de retención (check), adicional a las clapetas que posee la siamesa.

Se debe instalar de manera que sea accesible a las máquinas de bomberos, y a una distancia no mayor a 30 metros de la fuente de alimentación.

g) Múltiple de pruebas.

Debe instalarse un múltiple de pruebas acorde a la capacidad de la bomba, según NFPA 20 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes.

Cada salida debe tener válvula de compuerta. La separación entre bocas debe ser entre 30 y 40 cm.

Se recomienda instalar una válvula de compuerta entre el múltiple de pruebas y la tubería de alimentación, para mantenimiento o reparación.

La ubicación del múltiple debe ser en un lugar en donde se puedan hacer descargas de agua a alta presión sin que provoquen daños. Las descargas no se pueden hacer hacia paredes, transformadores, mallas u otros obstáculos (15 m). De preferencia se debe ubicar, para descargar, en parqueos o zonas verdes donde exista un buen drenaje.

Sistemas automáticos contra incendios basados en rociadores.

Los rociadores automáticos son dispositivos termosensibles, diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas liberando automáticamente agua, distribuida en patrones sobre las áreas específicas que se encuentren involucradas en el incendio, en cantidad suficiente para dominarlo.

El agua llega a los rociadores a través de un sistema de tuberías, generalmente suspendidas del techo; los rociadores están situados a determinada distancia a lo largo de ellas. El orificio de los rociadores automáticos está normalmente cerrado por un disco o caperuza, sostenido en su sitio por un elemento de disparo termosensible.

El método tradicional mediante el cual los rociadores controlan un incendio se denomina “control del incendio”, este método presupone que alrededor de la zona del incendio se pondrá en marcha un determinado número de rociadores; aunque puede ser que los rociadores situados inmediatamente encima del incendio no sean capaces de extinguirlo, funcionarán junto con otros rociadores abiertos para enfriar la atmósfera y evitar que los rociadores más alejados del incendio funcionen. Mientras tanto, los rociadores abiertos fuera de la proximidad inmediata del fuego pueden mojar los combustibles adyacentes contribuyen a evitar su propagación.

Requerimientos de los sistemas automáticos contra incendios basados en rociadores automáticos.

El sistema de rociadores automáticos debe en forma complementaria incluir un sistema clase I, gabinetes, con salidas de 65 mm (2 ½ pulgadas) para el uso de bomberos, diseñado e instalado según la normativa NFPA 14 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes. Debe ser capaz de suministrar 31,55 L/s y mantener una presión residual de 7.03 kg/cm² en las dos tomas más distantes del edificio.

La protección contra incendios se basará en un sistema de rociadores automáticos y un sistema manual clase I diseñado e instalado según las normas NFPA 13 y 14 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes: Cuando un edificio o estructura cuente con al menos una de las siguientes condiciones:

- a) Su altura sea mayor o igual a 22 metros medidos desde el nivel más bajo de acera hasta el nivel de piso terminado del último piso habitable.
- b) Su área de construcción sea mayor a 1500 metros cuadrados, tenga más de 6 metros de altura y la ubicación de la plataforma de rescate del Cuerpo de Bomberos, se dé a 15 m o más de la fachada del edificio.

c) Como requisito obligatorio para los siguientes edificios cuya área de construcción sea igual o superior a 2500 m²

1. Los siguientes edificios que contengan las siguientes ocupaciones de sitio de reunión pública: Discotecas, salones de baile, teatros, salas de cine (se suman las áreas del complejo de proyección), centros de convenciones, terminales de pasajeros.
2. Los edificios de ocupación hotelera.
3. Los edificios que contengan instalaciones hospitalarias.
4. Ocupaciones mercantiles clase A.
5. Centros comerciales.
6. Industrias de alto riesgo

En planos deben incluirse todos los diagramas que expliquen cómo será instalado el sistema, así como los detalles de instalación de todos sus componentes (siamesa, toma directa, hidrantes, tuberías, juntas de tuberías, anclajes, etc.).

Memoria de Cálculo.

Se debe presentar junto con los planos del sistema fijo de protección contra incendios, ya sea manual o automático; la memoria de cálculo que se consideró para el diseño del sistema, dicha memoria debe abarcar los siguientes puntos:

Cálculo de la presión residual del punto hidráulicamente crítico del sistema, considerando pérdidas de presión por elevación, velocidad y fricción. En el caso de las pérdidas locales se debe indicar el método utilizado para estimarlas (por ej. longitud equivalente) y un desglose de los accesorios que intervienen en dicho cálculo, indicando la referencia donde se obtuvo la información. El cálculo de pérdidas de presión en la tubería debe corresponder con el caudal que fluye por ésta.

3.8. Código de incendios

La NFPA 1 es el *Código de Incendios* que por normativa rige en el país. Según el Handbook de la NFPA 1 séptima edición, este Código se desarrolló como resultado de las solicitudes de los miembros de la NFPA de un documento que abarcara todos los aspectos de la prevención y protección contra incendios y apoye la adopción y utilización de otros códigos y normas de la NFPA. La primera edición de NFPA 1, fue adoptada y publicada en 1975.

Cabe decir que anteriormente se diseñaba para cumplir con la NFPA 101, pero este es un enfoque actualmente erróneo, se debe iniciar cualquier diseño empezando con la NFPA 1.

3.9. Código de seguridad humana

El *Código de Seguridad Humana*, NFPA 101, es el código de la NFPA más ampliamente conocido en el ámbito de la prevención y como su nombre lo indica, este se encarga solamente de la parte de seguridad a la vida humana, que en algunos ámbitos es el tema de mayor peso.

Al hablar de la NFPA 101, se debe tener claro un poco de su historia para entender por qué este Código ha sido tan trascendental. Tomado del Handbook de la NFPA 101 treceava edición se puede resumir un poco esta historia.

Por más de 90 años los miembros de los Comités de Seguridad a la Vida han aportado a las deliberaciones de los comités su conocimiento y competencia en el diseño y construcción de edificios y estructuras, en la fabricación y prueba de componentes y accesorios de edificios, en la seguridad de la vida.

La NFPA 101, *Código de Seguridad Humana*, es un documento único. Su contenido aborda los requisitos específicos que tienen una influencia directa en la seguridad de la vida tanto en construcciones nuevas como en los edificios existentes.

Además, aunque la preocupación primordial de este Código es la seguridad de la vida y no la protección de la propiedad en sí misma, también existen, mediante el cumplimiento de los requisitos de este Código, beneficios complementarios a la continuidad de la misión del propietario y la protección de la propiedad.

El impacto que la aplicación de este Código puede tener en salvar vidas es difícil de medir, sin embargo, es razonable suponer que su influencia es extremadamente significativa. Por ejemplo, de los muchos incendios fatales en edificios públicos investigados por la NFPA, invariablemente una o más de las características del edificio que contribuyen a la pérdida de vidas por incendio fueron una violación de los requisitos de este Código.

La NFPA reconoce que un código adecuado para la aplicación por ley debe, por la naturaleza de su propósito, ser conciso y sin texto explicativo. Además, no se puede escribir un código para cubrir cada situación posible que se encontrará, por lo tanto, debe aplicarse con criterio y usarse con buen sentido y con conocimiento de la razón de los requisitos que deben cumplirse.

Lo anterior es lo que el autor de este escrito, como perito especialista en prevención y evaluación de riesgos llama “el espíritu de la norma”.

3.10. Extintores portátiles

Una parte importantísima en el diseño de un sistema fijo contra incendios, y que a veces se deja de lado, es el diseño del sistema de extintores portátiles manuales, la *Norma para extintores portátiles contra incendios*, NFPA 10, es junto con los reglamentos nacionales, la encargada de velar por la selección, instalación, inspección, mantenimiento y prueba de equipos de extintores portátiles.

Según la NFPA 10 los extintores portátiles son un medio primario de defensa para controlar incendios de tamaño limitado. La selección e instalación de extintores es

independiente de si el edificio está equipado con rociadores automáticos, tuberías verticales y mangueras u otros equipos fijos de protección.

3.11. Sistema de rociadores

La NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, es la parte del paquete normativo de la NFPA que brinda la información sobre cómo se deben instalar y diseñar los sistemas de rociadores. Esta norma, cabe decir, es la normativa más aceptada y común para el diseño de los sistemas de rociadores a nivel mundial. La razón de su éxito puede estar relacionada con que esta norma fue la primera en su tipo y es la norma más antigua de la NFPA, además que su creación se debe a los dos laboratorios de pruebas de rociadores más grandes e influyentes en el mundo.

Según el Handbook de la NFPA 13, el primer sistema automático de extinción de incendios registrado fue patentado en Inglaterra en 1723 y consistía en un barril de agua, una cámara de pólvora y un sistema de fusibles.

C. J. H. Woodbury del Boston Manufacturers Mutual Fire Insurance Company y F. E. Cabot del Boston Board of Fire Underwriters completaron un estudio sobre el rendimiento de los rociadores para la Factory Mutual Fire Insurance Company en 1884. Este estudio fue la base del primer conjunto de reglas para la instalación de sistemas de rociadores automáticos que fueron desarrollados por John Wormald de la Mutual Fire Insurance Corporation de Manchester, Inglaterra, en 1885.

Para 1895, en Estados Unidos el crecimiento comercial y el desarrollo de sistemas de rociadores fueron tan rápidos que diversas organizaciones de seguros adoptaron varias reglas de instalación diferentes. Este problema llevó a la creación de NFPA 13 y la formación de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) en 1896.

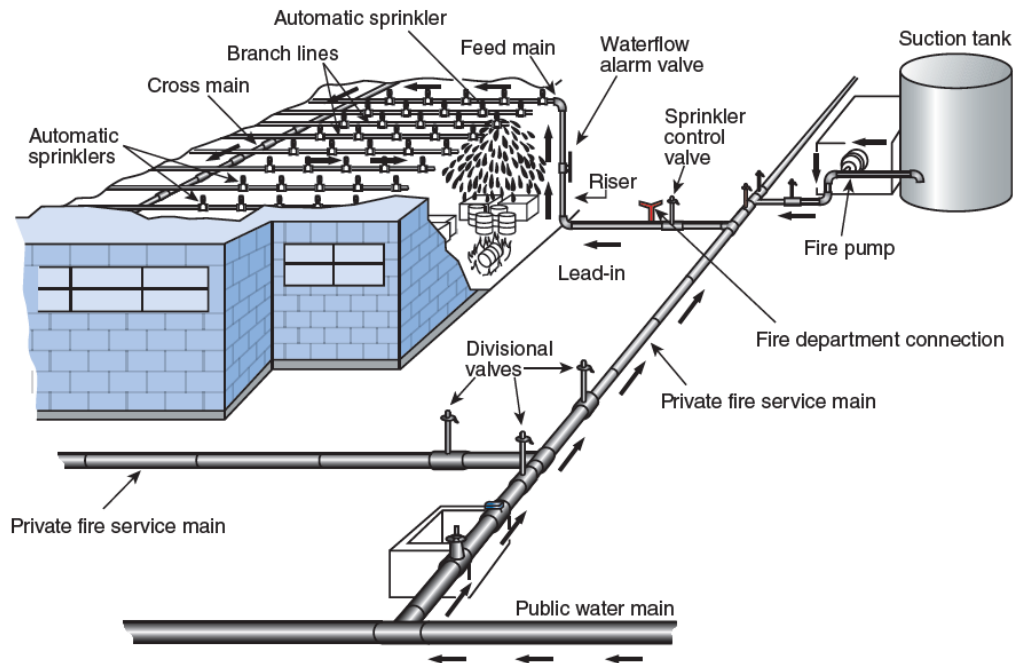


Figura 3.5: Diagrama de un sistema completo de rociadores típico

Fuente: Handbook NFPA 13 (treceava edición).

3.12. Sistema de tubería vertical, gabinetes y tomas de mangueras

La NFPA 14, *Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras*, es la normativa encargada de velar por los sistemas de extinción manual que tienen algunos sistemas contra incendios. Esta norma se encarga de regular los requerimientos que se deben cumplir cuando un sistema contra incendios lleva salidas para conexiones de mangueras y estas puedan ser utilizadas para una extinción manual del incendio. La norma engloba otros componentes periféricos que se requieran para el funcionamiento de las conexiones de mangueras y gabinetes de mangueras, como lo es la tubería vertical que los alimenta.

Esta norma, aunque es muy pequeña en comparación con la NFPA 13, es de vital importancia, porque en la mayoría de los casos los requerimientos dictados por NFPA 14 son mayores que por NFPA 13, así que los requisitos finales que debe

de tener el cuarto de bombas y el suministro de agua finalmente serán basados en los requisitos calculados por NFPA 14.

3.13. Cuarto de bombas

La NFPA 20, *Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios*, junto con la NFPA 13, es una de las normas más conocidas por los profesionales, ya sea que estén en el ámbito de la protección contra incendios o no, esto se puede asociar a los muchos años que tiene esta norma de existir.

Según el Handbook de la NFPA 20, en 1896 cuando se publicó la primera norma de la NFPA para sistemas automáticos de rociadores, se incluía información de bombas de vapor y giratorias que aún hoy están vigentes para los sistemas actuales y ahora vienen incluidos en las ediciones modernas de la NFPA 20, como, por ejemplo, el incluir en el diseño salidas de 2½ pulgadas para propósitos de pruebas o el arranque semanal que aún se usa de 30 minutos para motores diésel.

Las primeras bombas fueron usualmente acopladas a motores de vapor o de gasolina, pero el motor de arranque por chispa es poco confiable para sistemas contra incendios, por lo que después se evolucionó al confiable motor diésel. Estos propulsores para las bombas contra incendios no eran la fuente de agua primaria para un sistema de rociadores o de tubería vertical para gabinetes y eran arrancadas manualmente.

Hoy las bombas contra incendios son la fuente de agua primaria en casi todos los sistemas de protección contra incendios y son todas de arranque automático. Son diseñadas para arrancar y operar bajo las condiciones más demandantes. Una bomba contra incendios no siempre tiene accionadores que la detengan cuando se sobrecalienta o cuando se queda sin agua o simplemente cuando algo sale mal. Una bomba contra incendios listada para este uso solo tiene dos destinos:

apagar o al menos controlar el incendio o destruirse cuando el incendio arrasase con el edificio al que brinda protección.

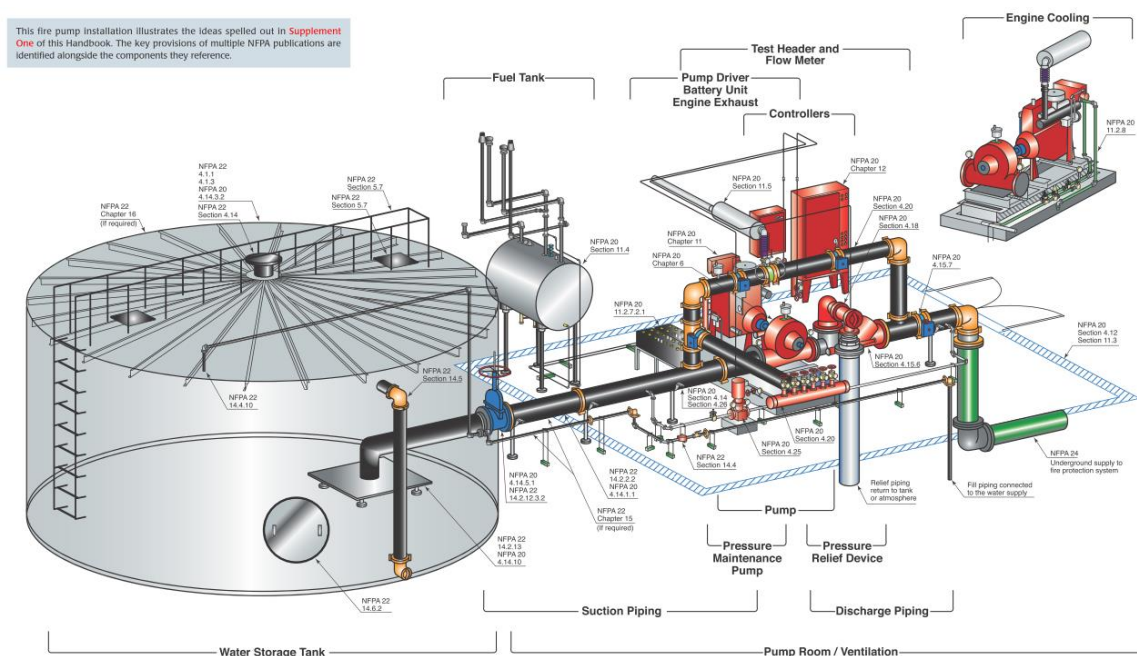


Figura 3.6: Ejemplo de instalación de una bomba contra incendios

Fuente: Handbook NFPA 20 (treceava edición).

3.14. Tanque de almacenamiento de agua

La NFPA 22, *Norma para la instalación de tanques de agua para sistemas privados de incendios*, es la norma que se encarga de velar por los requerimientos mínimos para el diseño, construcción, instalación y mantenimiento de los tanques y equipos accesorios que suplen de agua a sistemas privados de protección contra incendios.

Sus inicios se remontan a 1909, cuando se buscaba normar a los tanques por gravedad, dado que anterior a esa fecha muchos de los temas que toca esta norma eran cubiertos por las normas iniciales de la NFPA 13.

3.15. Sistema de tuberías

La *Norma para la instalación de tuberías principales privadas para servicios de protección contra incendios y sus accesorios*, NFPA 24, cubre los requerimientos mínimos que se deben cumplir en la instalación de tuberías principales privadas y sus accesorios para servicios contra incendios. Tiene sus inicios en el año 1931.

Se debe saber que, en Estados Unidos por la robustez de los sistemas públicos de agua potable, en muchos casos no es necesario, al dimensionar e instalar un sistema de protección contra incendios, que este lleve una bomba contra incendios, ya que, las presiones y caudales de la red pública son suficientes para satisfacer la demanda del punto hidráulicamente más desfavorable. Por ende, debe entenderse que todas las tuberías principales de alimentación que no son las de la red pública, son tratadas como tuberías privadas y deben estar cubiertas por la NFPA 24.

3.16. Inspección, pruebas y mantenimiento del sistema

La NFPA 25, *Norma para inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base agua*, es una norma especial del paquete normativo, ya que, habla solo del mantenimiento y de las pruebas para sistemas contra incendios.

Desarrollada en 1992, la NFPA 25 se convirtió en el documento regulador principal de sistemas de rociadores y sistemas afines, incluyendo tuberías subterráneas, bombas de incendio, tanques de almacenamiento, sistemas de pulverización de agua, y sistemas de rociadores de agua y espuma.

Capítulo 4.

4. Diseño del sistema

4.1. Código de incendios

Al iniciar cualquier diseño de un sistema de protección contra incendios y una vez habiendo recopilado la información necesaria, lo primero es referirse al Código de incendios (NFPA 1), que es la normativa de carácter legal que aplica en el país en el tema de incendios.

Al buscar en la NFPA 1 edición 2012 con qué parámetros iniciar el proceso de diseño de un sistema fijo contra incendios, encontramos el capítulo 6, *Clasificación de las ocupaciones*, que guía sobre los tipos de ocupaciones de un edificio o estructura y cómo reconocer cada cual, además indica los requerimientos necesarios que se deben tener para una ocupación específica y refiere al capítulo donde se encuentran dichos requerimientos.

En su artículo 6.1.1.1 se muestra lo siguiente:

6.1.1.1 Clasificación de la ocupación. La ocupación de un edificio o estructura, o de una porción de un edificio o estructura, debe clasificarse de acuerdo con 6.1.2 a 6.1.13. En caso de controversia con respecto de la clasificación correcta en cualquier caso individual, la clasificación de la ocupación debe estar sujeta al criterio de la autoridad competente.

Observando las clasificaciones de las ocupaciones y sus definiciones, encontramos en el artículo 6.1.11 la *Ocupación Negocios*, que tiene por definición lo siguiente:

6.1.11.1 Definición — Ocupación de negocios. Ocupación utilizada para la transacción de negocios diferentes de las mercantiles.

Este mismo artículo indica que para los requerimientos se debe observar la Sección 20.13 de este código.

El capítulo 20, *Seguridad contra incendios por ocupación* muestra en su apartado 20.13 los requerimientos de las ocupaciones de negocios que indica que se debe tener un plan de emergencias, simulacros de incendios periódicos, entrenamiento con extintores y otros, pero de mayor interés para este trabajo es que se debe cumplir con lo que estipula la NFPA 101, *Código de seguridad humana*, para esta ocupación, requerimientos que se verán en la sección siguiente de este escrito.

Algo muy importante y que debe tomar en cuenta cualquier diseñador “novato” es que en la Normativa NFPA, un Código dicta *qué* se debe hacer, mientras que una Norma dice *cómo* se debe hacer y ambos son de acatamiento obligatorio y tienen vinculación legal.

4.2. Código de seguridad humana

En la NFPA 101 edición 2009, *Código de seguridad humana*, al igual que en la NFPA 1, encontramos el capítulo 6, *Clasificación de las ocupaciones*, donde al buscar la ocupación negocios refiere a los capítulos 38 y 39 para los requisitos de las ocupaciones de negocios nuevas y existentes respectivamente.

La normativa actual existente de la autoridad competente (AHJ) indica que se deben aplicar los requisitos de una ocupación nueva a una ocupación existente, salvo que por aprobación de la misma autoridad se indique lo contrario.

Entonces en el capítulo 38 de este Código, en el artículo 38.1.5, *Clasificación del riesgo de los contenidos*, se desprende que los contenidos de las ocupaciones de negocios deben clasificarse como de riesgo ordinario. Como se verá más adelante esta clasificación no es la que se usa para el diseño del sistema de rociadores. Seguido en su artículo 38.3.4 indica que esta ocupación debe llevar un sistema de detección y alarma de incendio.

El artículo 38.3.5, *Requisitos para la extinción*, solo solicita que deben proveerse extintores portátiles de incendio como requisito para la extinción. Esto podría hacer pensar al lector que en este trabajo la justificación mostrada es entonces infundada, pero se recuerda al lector como ya lo habrá leído en el capítulo 3 de este escrito, que en el país rige la normativa de la NFPA como complemento, pero que por encima de la misma está la normativa y reglamentos locales del país emitidos por leyes.

Teniendo en cuenta que el Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos tiene un área de 3855 m², menos de 22 m de altura y según la configuración actual menos, pero muy cercano a 60 m de un posible recorrido de mangueras y observando lo que dicta el Manual de Disposiciones Técnicas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica versión 2013 mostrado en el capítulo 3, se sabrá que este edificio debe contar como mínimo con un sistema de protección contra incendios clase II. También cabe decir que, aunque la NFPA 101 en el artículo 38.3.5, no solicita expresamente un sistema fijo de protección contra incendios para la ocupación de negocios, si alienta al diseñador a implementar uno durante todo el resto del texto en este Código para esta ocupación y como se lee en el Handbook de la NFPA 101, más aún para edificios antiguos.

El requerimiento de un sistema clase II es el requerimiento mínimo, pero como se indica en la definición de este proyecto mostrada en el capítulo 3 de este escrito, se quiere que el edificio insignia del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, el Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos, tenga instalado un sistema que cumpla con holgura lo mínimo requerido. Por lo tanto, el diseño propuesto por el autor y tomando en cuenta lo conversado con la administración, se va a orientar al diseño de un sistema de protección contra incendios clase III con rociadores automáticos.

Se recuerda al lector que un sistema clase III también tiene gabinetes con mangueras clase II para brigadistas, se podría esperar que, en un edificio de bomberos, se encuentren bomberos capaces de utilizar una manguera para brigadistas de un sistema manual clase II para atacar un conato inicial de incendio.

Una vez elegido el sistema a instalar se puede seguir con el proceso de diseño como muestran las secciones siguientes.

4.3. Diseño del sistema de rociadores automáticos

El diseño del sistema de rociadores para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica se va a basar en los criterios de diseño que dicta la NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*, edición 2013 en español, cualquier artículo que se use de referencia en esta parte de este escrito deberá entenderse que se refiere a la norma anterior en esa edición, salvo que se indique lo contrario. Es esta, junto con las normas FM Global (Factory Mutual), los estándares más ampliamente utilizados a nivel mundial por los diseñadores de los sistemas fijos contra incendios.

La razón por que estos estándares son los más utilizados es porque ambos se basan en años de experiencia tanto propios, como también de terceros que se encargan de probar los rociadores, estas pruebas se recogen dentro del listado que se le da al rociador. Laboratorios independientes reconocidos internacionalmente tales como Underwriters Laboratories (UL) o Factory Mutual (FM) se encargan de probar los rociadores con el objetivo que estos cumplan con los criterios de instalación de la NFPA 13, con sus tablas de cobertura y razones de desempeño y en el caso de FM también con criterios de instalación propios.

Se debe tener en cuenta la importancia que las aprobaciones FM y las certificaciones UL traen implícitamente. Son estándares de aprobación que incorporan décadas de investigación intensiva, experiencia en incendios y pérdidas reales e ingeniería de campo, así como pruebas para evaluar la

resistencia, durabilidad, confiabilidad, resistencia a los factores ambientales y el rendimiento del producto en escenarios de incendios realistas.

Según el punto 1.1.1, la NFPA 13 es una norma que pretende proveer los requisitos mínimos para el diseño y la instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendio y de sistemas de rociadores para protección contra la exposición al fuego.

Según el punto 1.2.1 de la NFPA 13, el propósito de esta norma debe ser el de proporcionar un grado razonable de protección contra incendios, para la vida humana y la propiedad, a través de la normalización de los requisitos de diseño, instalación y pruebas de los sistemas de rociadores, incluyendo las tuberías principales privadas de servicio contra incendios, basándose en principios de ingeniería confiables, datos de pruebas y experiencias de campo.

El diseño del sistema de rociadores para el Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos se va a abarcar con dos estrategias:

- La primera, y probablemente la más provechosa para este proyecto, va a ser “a pie” con los cálculos mostrados manualmente y paso a paso según el procedimiento del “Método de cálculo hidráulico” que dicta la NFPA 13 y sus hojas para cálculos hidráulicos.
- La segunda es mediante un software de cálculo hidráulico para el modelado de sistemas de protección contra incendios.

Para cualquiera de las dos estrategias se necesita inicialmente definir una serie de consideraciones de diseño que se enuncian a continuación:

Consideraciones de diseño

- Así como lo delimita el punto 1.1.3, en el diseño de un sistema de rociadores se asume que el sistema de rociadores debe estar diseñado para la protección contra un único incendio que se origine dentro del edificio.

Actos de vandalismo y terrorismo que originen más de un incendio en el edificio están fuera del alcance de los criterios de diseño de la NFPA como dicta la NFPA 101, *Código de Seguridad Humana*.

- El cielo raso del edificio es horizontal según la definición 3.3.5.2.
- El sistema será diseñado hidráulicamente según la definición 3.3.15.
- El edificio está construido en su totalidad con materiales no combustibles o de combustión limitada, según las definiciones 3.3.16 y 3.3.17, concreto en paredes y liviano en divisiones.
- El edificio no presenta obstrucciones continuas según 3.3.18.1.
- El sistema por diseñar es un sistema de tubería húmeda.
- Las definiciones de los componentes del sistema según como se muestran en el punto 3.5 de la norma no tienen una traducción exacta al español, por lo tanto, se usará su nombre específico en inglés para referirse a ellos y evitar confusiones.
- El edificio cumple con lo estipulado para construcción sin obstrucciones según el punto 3.7.2 y lo mostrado en el Handbook de la NFPA 13 para todos los pisos, salvo el sótano y el nivel III, que tienen consideraciones especiales.
- No deben utilizarse uniones roscadas en tuberías de más de 2 pulgadas según 6.4.6.1.
- Los rociadores por instalar en todo el edificio van a ser colgantes (pendent), solo los rociadores del sótano van a ser montantes (upright) por las consideraciones que se explicaran más adelante.

Se debe mencionar que lo usual al hacer un diseño de un sistema de rociadores en un edificio existente es que se tome en consideración la configuración o grilla de techo y las ubicaciones de las luminarias y rejillas de aires acondicionados,

pero en este proyecto se van a diseñar las ubicaciones de los rociadores sin tomar en cuenta lo anterior porque el edificio como se mencionó anteriormente se encuentra en remodelación y toda la configuración del cielo suspendido va a cambiar, lo que imposibilita saber cómo quedaría, además esta decisión se tomó así en consenso con el Departamento de Servicios Generales, quienes son los encargados de las edificaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y el Departamento consintió que se instalara el sistema acá propuesto, las ubicaciones de los rociadores deberán respetarse.

Cálculo manual y paso por paso del diseño de rociadores.

Para hacer un cálculo manual y paso por paso del sistema de rociadores se deben seguir todos los pasos que dicta la NFPA 13, inicialmente en el capítulo 4 se tiene el punto 4.1 el cual indica que, un edificio, cuando esté protegido por una instalación de sistemas de rociadores automáticos, debe estar provisto con rociadores en todas las áreas excepto en aquellas donde secciones específicas de esta norma permitan la omisión de los rociadores. Salvo casos muy específicos se permite considerar ciertos espacios para dejarlos fuera de la protección con rociadores.

Antes de iniciar el diseño se debe solicitar el certificado del propietario tal como lo indica el punto 4.3 (véase Anexo A, Figura A.1). Con esto se sabe el tipo de ocupación y el riesgo de las mercancías del edificio, así como es garantía para el diseñador que, si los contenidos del edificio cambian, también lo debe hacer el sistema fijo de protección.

Teniendo en cuenta lo anterior se tiene en el capítulo 5 que la ocupación se clasifica como riesgo leve según 5.2.

Según lo dictado en el capítulo 6 se debe cumplir con el punto 6.1.1.2: A menos que se cumplan los requisitos de 6.1.1.3, 6.1.1.4, o 6.1.1.5, todos los materiales y dispositivos esenciales para la operación exitosa del sistema deben ser listados.

Se utilizarán rociadores para el factor $K = 5.6$, como se amplía más adelante, con rosca NPT de $\frac{1}{2}$ " según lo indicado en la Tabla 6.2.3.1 (no mostrada).

La tubería para protección contra incendios puede ser metálica o no metálica, pero en el caso de no metálica siempre debe ser listada y solo se puede usar en casos específicos. La tubería metálica por norma solo puede ser Cédula 10, 30 o 40 dependiendo de los diámetros según el punto 6.3. Para este método de diseño específico la tubería va a ser metálica Cédula 40 según ASTM A 795, elegido de esta manera como un criterio de diseño escogido por el diseñador de este escrito.

En vista que el sistema es de tubería húmeda se deben cumplir con todos los requisitos del punto 7.1.

El capítulo 8 (*Requisitos de la Instalación*) de la NFPA 13 es el que encarga dictar los requerimientos de la instalación de un sistema de rociadores, dicho capítulo es crucial para el diseño de un buen sistema.

Según 8.2 para un riego de ocupación leve, el área máxima por piso que puede abastecer una tubería vertical (riser) del sistema es de 52000 pies² (4831 m²), para el Edificio de Oficinas Centrales el área máxima por piso es de 1060 m², por ende, se podría utilizar un solo *Riser* para abastecer todo el sistema.

Los rociadores por utilizar serán de temperatura ordinaria para cumplir con la clasificación de temperatura indicada en 8.3.2.1. Excepto cuando se cumplan los requisitos establecidos en los puntos 8.3.2.2, 8.3.2.3, 8.3.2.4 u 8.3.2.5, deben usarse rociadores para temperaturas ordinarias e intermedias en la totalidad de los edificios. Se hace la salvedad que la temperatura de los techos no excede lo

indicado en la normativa que de ser así aplicaría una excepción a lo indicado en el punto anterior.

Todos los rociadores a utilizar en el proyecto serán de respuesta rápida, Quick Response (QR), como se define en 3.6.4.7, según lo requerido por normativa para la sensibilidad térmica en ocupaciones de riesgo leve, se tiene que debe ser como indica el punto 8.3.3.1.

El factor de descarga del rociador, factor K, será de 5.6 (Imperial) según lo requerido por el punto 8.3.4.1.

Los rociadores deben seleccionarse para su uso según se indica en 8.4. Se seleccionan rociadores pulverizadores estándar, que según criterios propios del diseño y las características del lugar de instalación pueden ser montantes (upright) o colgantes (pendent), para esta aplicación según lo indicado en 8.4.1.

Los rociadores deben ubicarse, espaciarse y posicionarse de acuerdo con los requisitos de la sección 8.5. De la misma se desprende que de manera general, se debe de tener en consideración lo siguiente:

- La distancia entre rociadores debe medirse a lo largo de la pendiente del techo.
- La distancia de la pared al rociador debe medirse perpendicularmente a la pared.
- La distancia de los rociadores a las paredes no debe ser mayor que la mitad de la distancia máxima permitida entre rociadores.
- La orientación del deflector de los rociadores debe alinearse paralela a los cielorrasos, techos o la pendiente de las escaleras.

El área de cobertura de protección del rociador se establece multiplicando la dimensión S por la dimensión L, de la siguiente manera:

$$A_s = S \times L$$

Que, en cualquier caso, tanto para S como para L, se escoge la distancia mayor entre:

- La distancia entre rociadores
- El doble de la distancia a la pared

La distancia máxima y mínima entre rociadores y entre la pared y el rociador, así como el área máxima de cobertura varía dependiendo del tipo de rociador. Para rociadores pulverizadores estándar se debe acatar lo dictado en 8.6, del que se desprende que:

- La distancia mínima de un rociador a la pared es de 4 pulgadas.
- La distancia mínima entre rociadores es de 6 pies.
- Bajo construcciones sin obstrucciones la distancia entre el deflector del rociador y el techo debe estar entre 1 y 12 pulgadas.

Debe cumplirse lo indicado en la Tabla 8.6.2.2.1(a) para riesgo leve, que dicta que:

- Para una construcción no combustible, no obstruida y con un sistema calculado hidráulicamente.
 - El área de protección máxima es de 225 pies² (20.9 m²).
 - El espaciamiento máximo es de 15 pies (4.5 m).

La forma en que la norma abarca el tema de las obstrucciones y cómo ubicar los rociadores pulverizadores cuando éstas están presentes es algo confusa. Por lo que, para este tema se ha tomado de ayuda una información suministrada por Salvavidas de Centroamérica, en un curso de rociadores al que asistió el autor de

este escrito y lo mostrado en el Handbook de la NFPA 13, con lo que se concluye que hay dos tipos de obstrucciones:

1. Obstrucciones al desarrollo del patrón de descarga del rociador.

- Las obstrucciones continuas o discontinuas ubicadas a una distancia menor o igual a 18 pulgadas por debajo del deflector del rociador, que eviten que el patrón de descarga se desarrolle totalmente, deben cumplir con 8.6.5.2.
- Deben ubicarse suficientemente lejos los rociadores de obstrucciones, tales como vigas, cerchas, tensoras, tuberías y otras que limiten el desarrollo del patrón de descarga del rociador. El desarrollo del patrón de descarga es entre las primeras 18 pulgadas de altura debajo del rociador y los primeros 4 pies de distancia al rociador, como se muestra en la Figura 4.1.

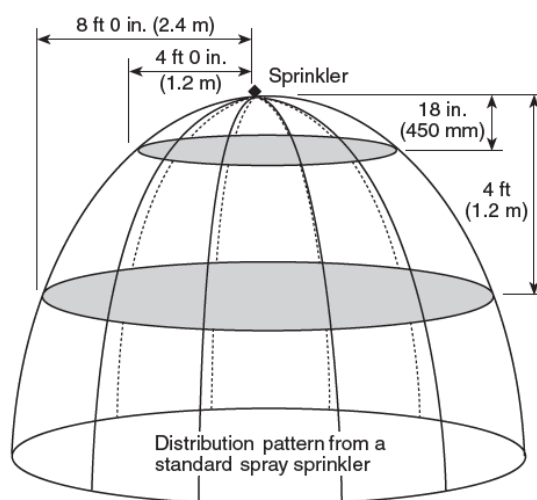


Figura 4.1: Obstrucciones al desarrollo del patrón de descarga de los rociadores pulverizadores

Fuente: Handbook NFPA 13 (treceava edición*)

* Figura A.8.5.5.1 de la NFPA 13 (edición 2013)

2. Obstrucciones que impiden a la descarga del rociador alcanzar el riesgo.

- Las obstrucciones continuas o discontinuas ubicadas a una distancia mayor a 18 pulgadas por debajo del deflector del rociador, que limitan a la distribución del agua a alcanzar el riesgo protegido, deben cumplir con 8.6.5.3.
- Deberán instalarse rociadores adicionales por debajo de obstrucciones fijas con un ancho mayor a 4 pies, tales como ductos, unidades de a/c, canastas de cables y otros.

Los rociadores deben ubicarse para minimizar las obstrucciones a la descarga o se deben proporcionar rociadores adicionales.

Debe cumplirse con lo establecido en la Figura 4.2, que hace referencia a la Tabla 4.1.

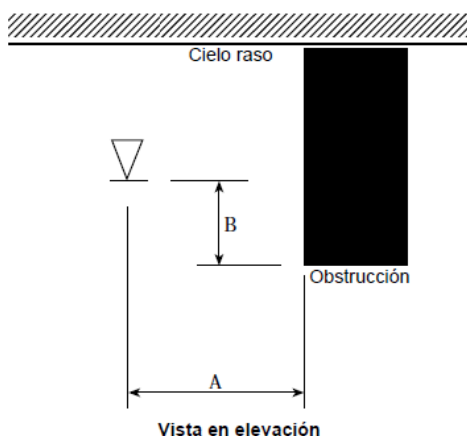


Figura 4.2: Posicionamiento de rociadores para evitar obstrucciones a la descarga

Fuente: Figura 8.6.5.1.2(a) NFPA 13 (edición 2013 en español)

Tabla 4.1: Posicionamiento de rociadores para evitar obstrucciones en la descarga

Distancia desde los rociadores al lateral de la obstrucción (A)	Distancia máxima permitida del deflector por encima e la parte inferior de la obstrucción (pulg) (B)
Menor que 1'	0
1' hasta menos que 1'6"	2 ½
1'6" hasta menos que 2'	3 ½
2' hasta menos que 2'6"	5 ½
2'6" hasta menos que 3'	7 ½
3' hasta menos que 3'6"	9 ½
3'6" hasta menos que 4'	12
4' hasta menos que 4'6"	14
4'6" hasta menos que 5'	16 ½
5' hasta menos que 5'6"	18
5'6" hasta menos que 6'	20
6' hasta menos que 6'6"	24
6'6" hasta menos que 7'	30
7' hasta menos que 7'6"	35

Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm; 1 pie = 0.3048 m.

Nota: Para A y B, referirse a la Figura 8.6.5.1.2(a).

Fuente: Tabla 8.6.5.1.2 NFPA 13 (edición 2013 en español)

El espacio de cielorraso cumple con lo requerido con 8.15.1.2 para espacios ocultos que no requieren protección:

- Construcción incombustible y de combustibilidad limitada, todo el cableado eléctrico esta canalizado con tubería eléctrica metálica (EMT).
- Carga de combustible mínima.
- No tiene acceso.

Por ende, no es necesario instalar rociadores en la cavidad de cielorraso.

Como un buen criterio de diseño, se planea instalar conexiones de mangueras para el uso del cuerpo de bomberos en todos los descansos superiores de las escaleras de emergencia, que cómo se verá más adelante, es cómo dicta la NFPA

14, pero estas conexiones de mangueras de la NFPA 14 son diferentes a las tomas de manguera de la NFPA 13 por lo que se debe aplicar el punto 8.17.5.2, el que dicta que la tubería vertical (riser) debe tener una dimensión mínima de 4 pulgadas para rociadores y chorros de mangueras según NFPA 13. En el apartado del diseño del sistema de gabinetes en el texto de este escrito se verá que la dimensión mínima escogida será de 6 pulgadas por la adición de las conexiones de mangueras de la NFPA 14, aunque el sistema sea diseñado hidráulicamente.

Diseño de la distribución de rociadores.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se puede proceder a realizar la distribución de los rociadores en el edificio, esto se hará como ya se mencionó inicialmente “a pie” para los cuatro niveles como sigue:

Sótano

El sótano está construido en su totalidad en concreto, tanto paredes como divisiones. Tiene la particularidad que las vigas que sostienen el entrepiso siguiente son totalmente expuestas, por lo que hay que tener cuidado con las obstrucciones que esto presenta (Fotografía 2).

Para tratar con esta particularidad y evitar que se obstruya la descarga del rociador debe aplicarse el artículo 8.6.5, en el cual se encuentra la Tabla 4.1 y la Figura 4.2 que indican a qué distancia posicionar los rociadores para evitar obstrucciones a la descarga.

Las dimensiones de las vigas que se muestran por debajo del entre piso son de 55cm de alto x 37cm de ancho. Los rociadores a instalar en el sótano, van a ser montantes (upright), esto así, dado que la altura total para el tránsito de personas del sótano es la menor de todo el proyecto, al colocar los rociadores montantes se logra pasar la tubería por debajo de las vigas principales y subir el rociador en los

espacios entre las vigas a la distancia requerida por normativa desde el entrepiso, además, se logra con esto que el rociador quede resguardado de cualquier daño mecánico por la tubería que lo alimenta.

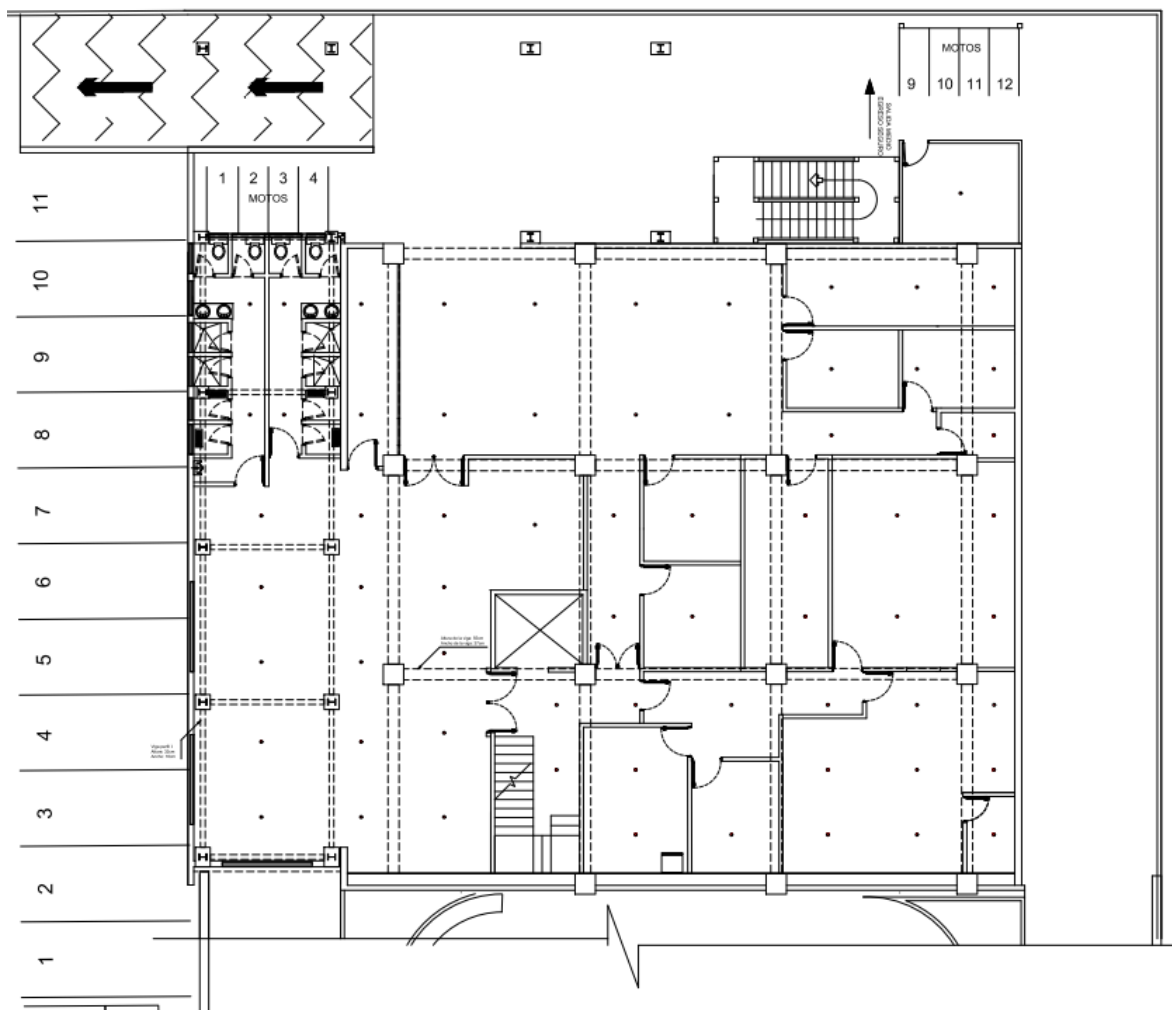
Los rociadores no se van a instalar al ras del entrepiso, la normativa indica que los deflectores de los rociadores deben ir separados entre 1-12 pulgadas (2.54 – 30.48 cm) del techo o entrepiso, entonces como criterio de diseño se van a separar los rociadores 6 pulgadas (15 cm) de la altura del entrepiso, por lo tanto, la altura final a considerar de las vigas es de 40 cm (16 pulg.).

Al utilizar la Tabla 4.1 y la Figura 4.2 los valores deben trabajarse en pulgadas, por ende, al tener una obstrucción de las vigas de 16 pulgadas en todo el cielo raso se sabe por los artículos nombrados que la separación del rociador debería ser de al menos 4'6" hasta 5' (1.35 m hasta 1.5 m).

En todos los niveles hay “cuartos pequeños” como los define la normativa en 3.3.3, por lo que se aplica que la distancia a una de las paredes se puede superar a lo previamente establecido hasta un máximo de 9 pies (2.7 m), siempre que se respete la distancia entre rociadores y cada rociador no puede proteger un área mayor de 225 pies² (20.9 m²).

Al edificio se le está haciendo un agregado en una construcción de estructura metálica, entonces también se tienen vigas metálicas expuestas, solamente en el sótano, en la zona que se está construyendo (Fotografía 3). Para tratar con las obstrucciones a la descarga de los rociadores que generan dichas vigas metálicas se utilizó el mismo procedimiento anterior de las obstrucciones para las vigas de concreto.

El resultado final se muestra en la Figura 4.3.



AutoCAD

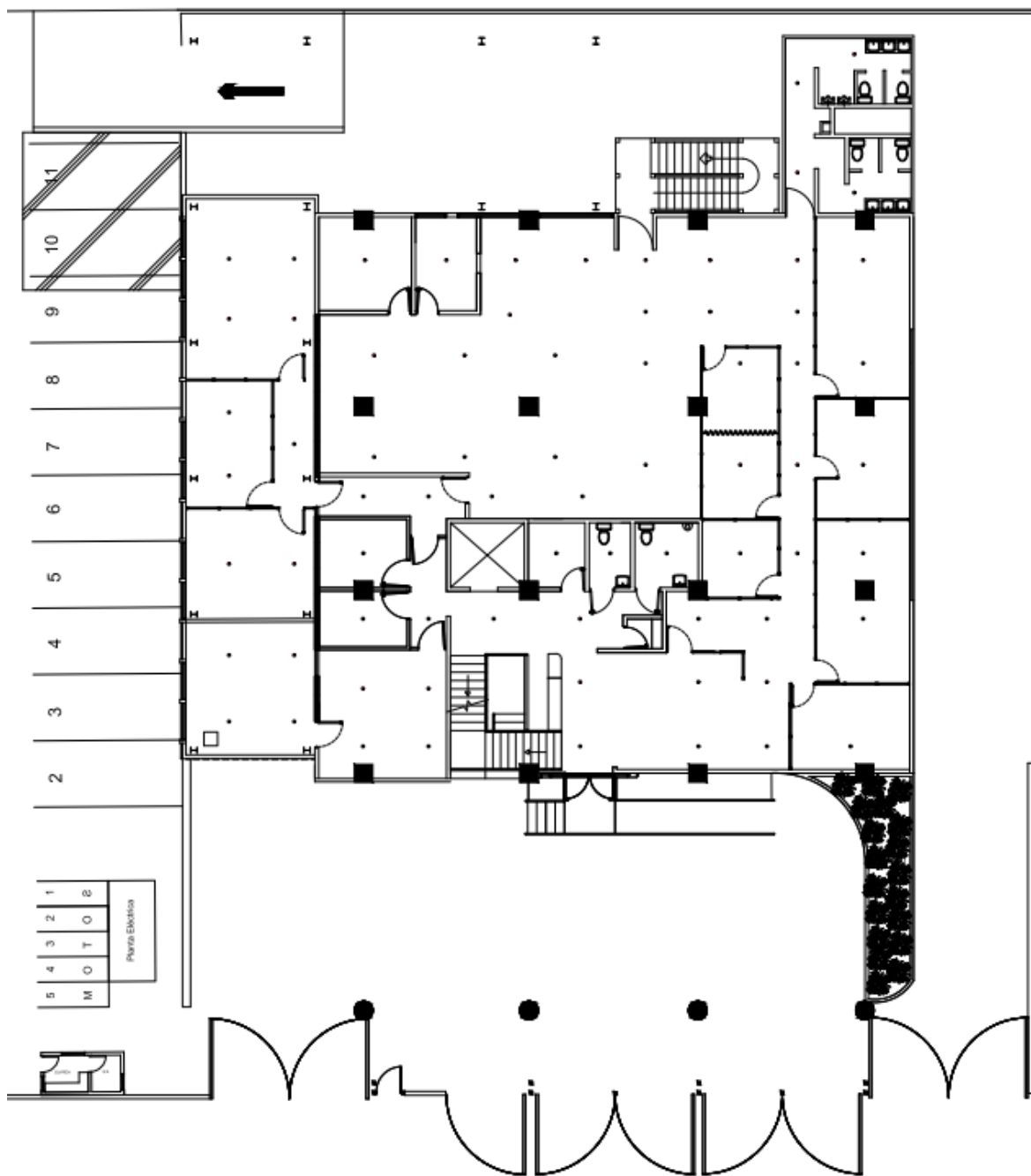
Figura 4.3: Distribución de rociadores en el sótano

Fuente: elaboración propia

Nivel I

Todo el cielorraso es cielo suspendido, plano y no obstruido, no hay vigas solo columnas que soportan el entre piso. Exceptuando el núcleo del ascensor, baños y ducto que son en concreto, todas las paredes de las divisiones son en liviano y van desde el piso hasta el cielorraso, dejando totalmente libre el espacio entre el cielorraso y entrepiso del nivel superior, este espacio tiene una altura de 1.4 m por lo que tiene espacio de sobra para que todas las tuberías pasen libremente, por ende, el enfoque en la distribución se basa en la distancia máxima y mínima a las paredes como de igual manera entre rociadores y el área máxima de cobertura permitida (Fotografía 4).

El resultado final se muestra en la Figura 4.4.



AutoCAD

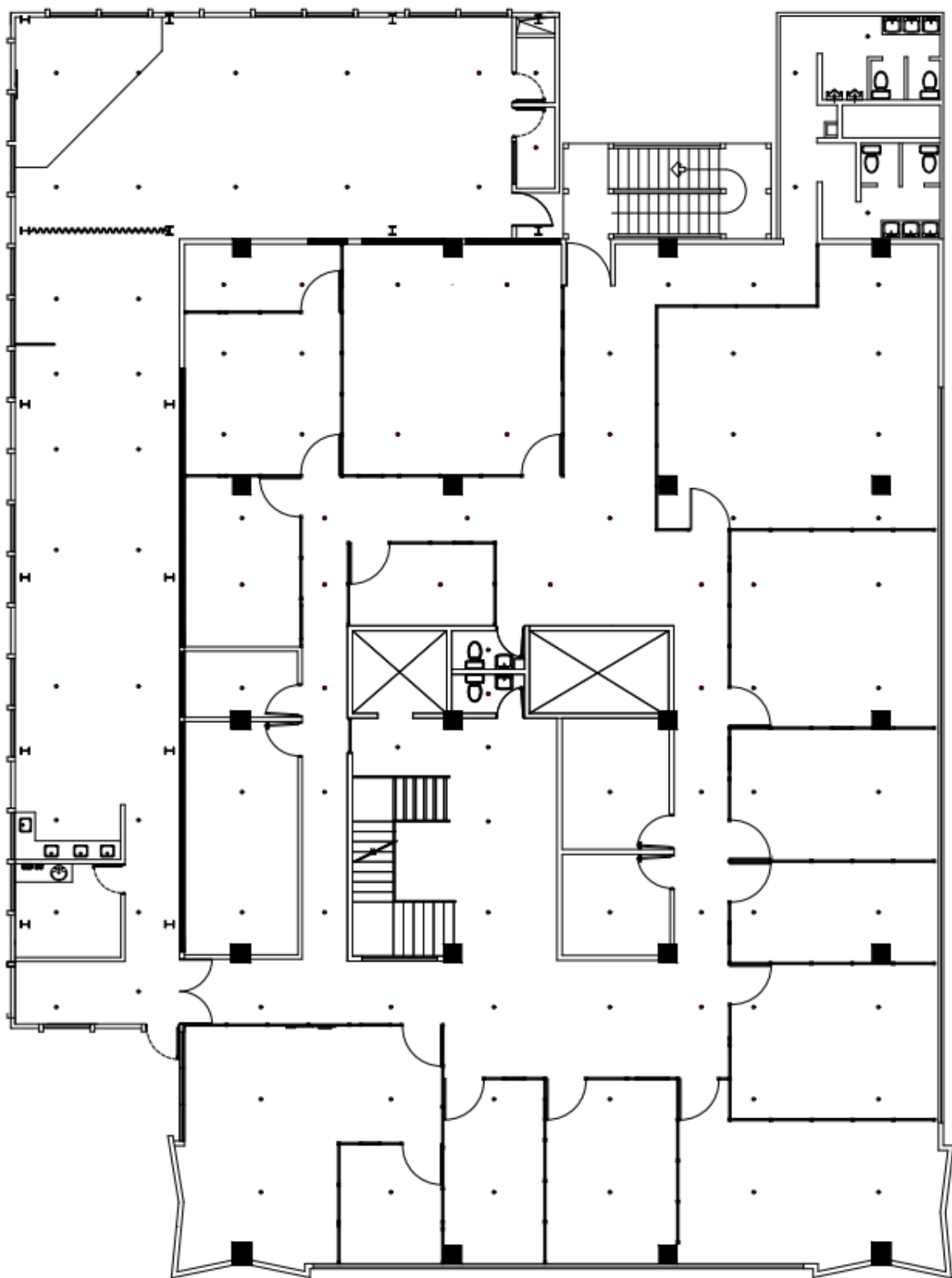
Figura 4.4: Distribución de rociadores en el nivel I

Fuente: elaboración propia

Nivel II

Todo el cielorraso es cielo suspendido, plano y no obstruido, no hay vigas solo columnas que soportan el entre piso. Exceptuando el núcleo del ascensor, baños y ducto que son en concreto, todas las paredes de las divisiones son en liviano y van desde el piso hasta el cielorraso, dejando totalmente libre el espacio entre el cielorraso y entrepiso del nivel superior, este espacio tiene una altura de 0.7 m por lo que tiene espacio de sobra para que todas las tuberías pasen libremente, por ende, el enfoque en la distribución se basa en la distancia máxima y mínima a las paredes como de igual manera entre rociadores y el área máxima de cobertura permitida (Fotografía 5).

El resultado final se muestra en la Figura 4.5.



AutoCAD

Figura 4.5: Distribución de rociadores en el nivel II

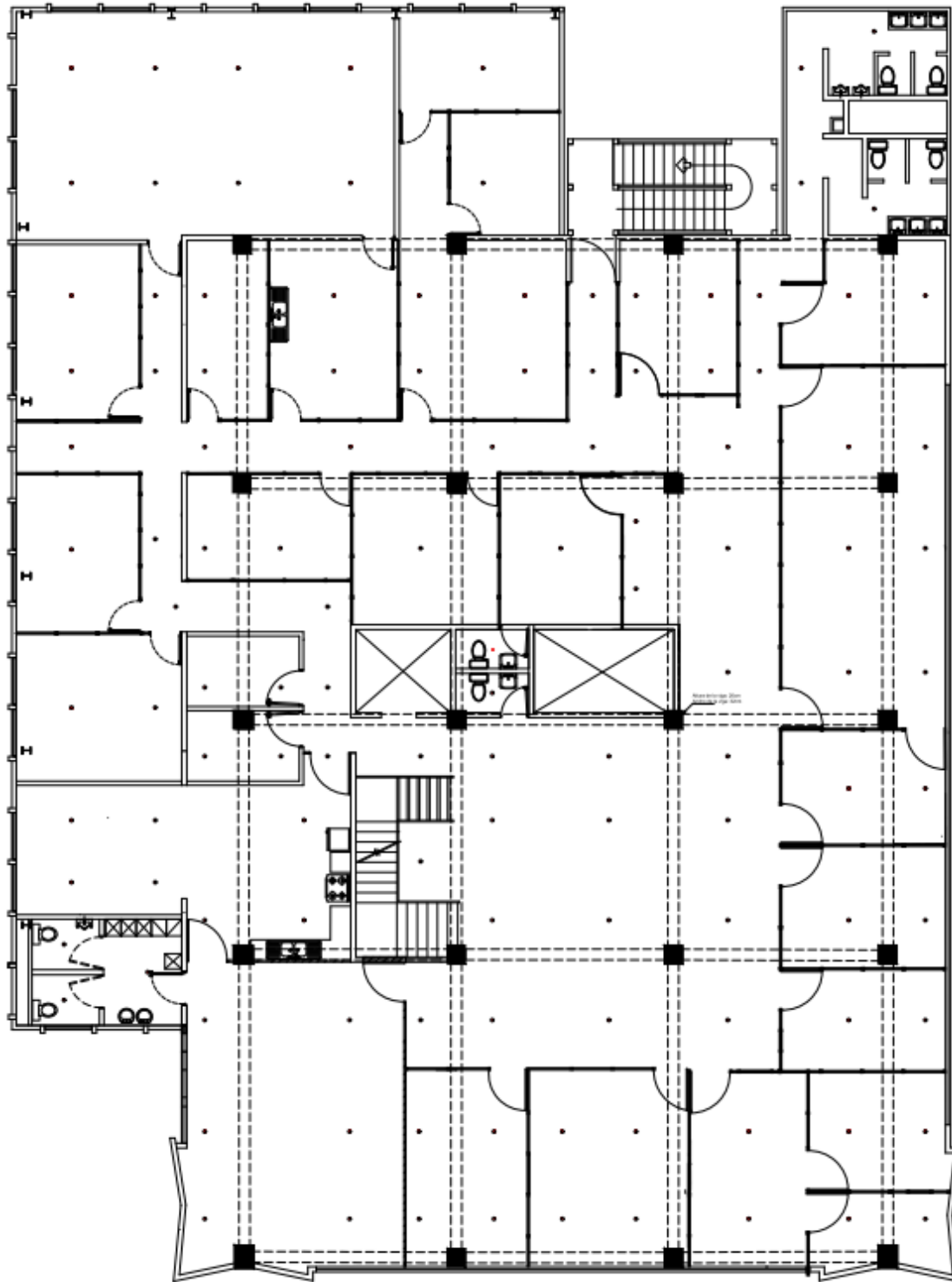
Fuente: elaboración propia

Nivel III

Para el nivel III se tiene cielo suspendido, pero toda la estructura de las vigas de concreto que sostienen el techo es parcialmente visible, estas vigas son de 60 x 32 cm (Fotografía 6). De los 60 cm de altura total, solo 20 cm (8 pulg.) son visibles por debajo del cielo suspendido por lo que debe aplicarse el artículo 8.6.5 con su Tabla 4.1 y la Figura 4.2 al posicionar los rociadores para evitar obstrucciones a la descarga.

Al utilizar la Tabla 4.1 y la Figura 4.2 los valores deben trabajarse en pulgadas, por ende, al tener una obstrucción de las vigas de 8 pulgadas en todo el cielo raso se sabe por los artículos nombrados que la separación del rociador debería ser de al menos 3' hasta 3'6" (de 0.91 m hasta 1.07 m).

El resultado final se muestra en la Figura 4.6.



AutoCAD

Figura 4.6: Distribución de rociadores en el nivel III

Fuente: elaboración propia

Diseño del sistema de tuberías de los rociadores.

Finalizado el proceso de distribución y posicionamiento adecuado de los rociadores ahora se procede a conectar la distribución de los rociadores con un sistema de tuberías. Al tener dispuesto que el cálculo se va a realizar de manera manual no queda otra opción que hacer el diseño de tuberías en forma de árbol, la NFPA 13 no indica cuando realizar un diseño en árbol, anillo o grilla, lo que sí indica es que el diseño en grilla es el de mejor comportamiento hidráulico, pero tiene restricciones, luego el sistema en anillo y por último el sistema en árbol. Se sabe de los principios de la mecánica de fluidos que no es posible dimensionar un sistema en grilla o en anillo mediante un cálculo hidráulico manual.

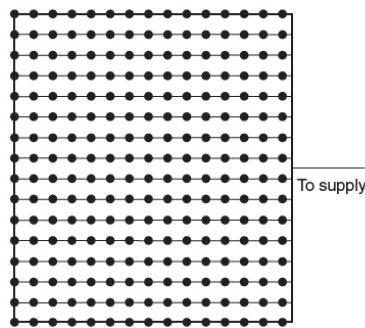


Figura 4.7: Sistema en Grilla

Fuente: Handbook NFPA 13 (treceava edición*)

*Figura A.3.4.6 de la NFPA 13 (edición 2013)

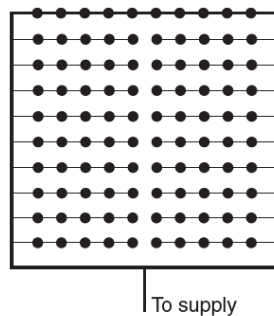


Figura 4.8: Sistema en Anillo

Fuente: Handbook NFPA 13 (treceava edición*)

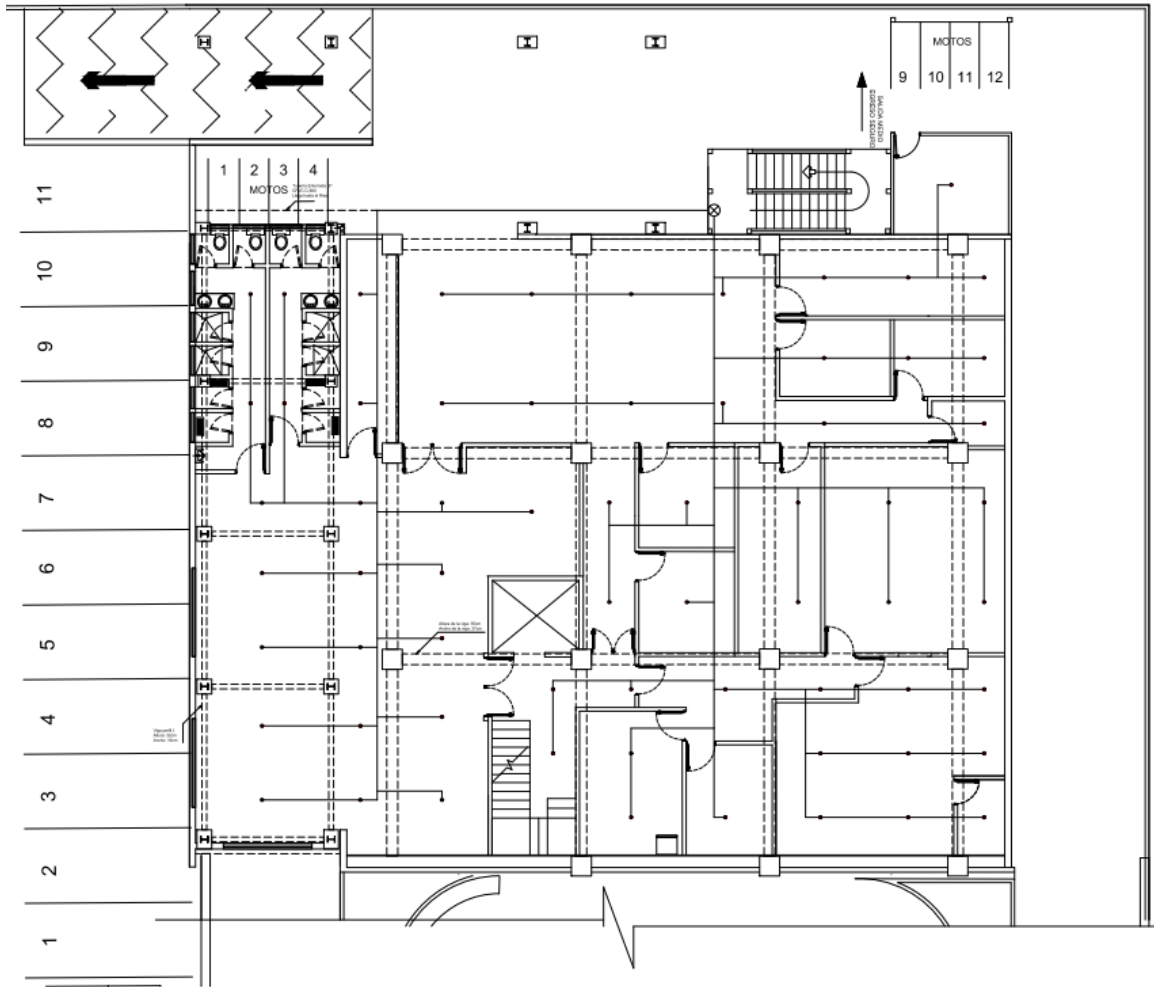
*Figura A.3.4.7 de la NFPA 13 (edición 2013)

Teniendo en cuenta lo anterior el sistema de tuberías se diseñó como se indica a continuación:

Sótano

Se utilizaron 2 tuberías principales transversales (*cross mains*) para alimentar los ramales (*branch lines*) y se trató de hacer un recorrido de las tuberías de manera que perforaran lo menos posible las paredes.

El resultado final se muestra en la Figura 4.9.



AutoCAD

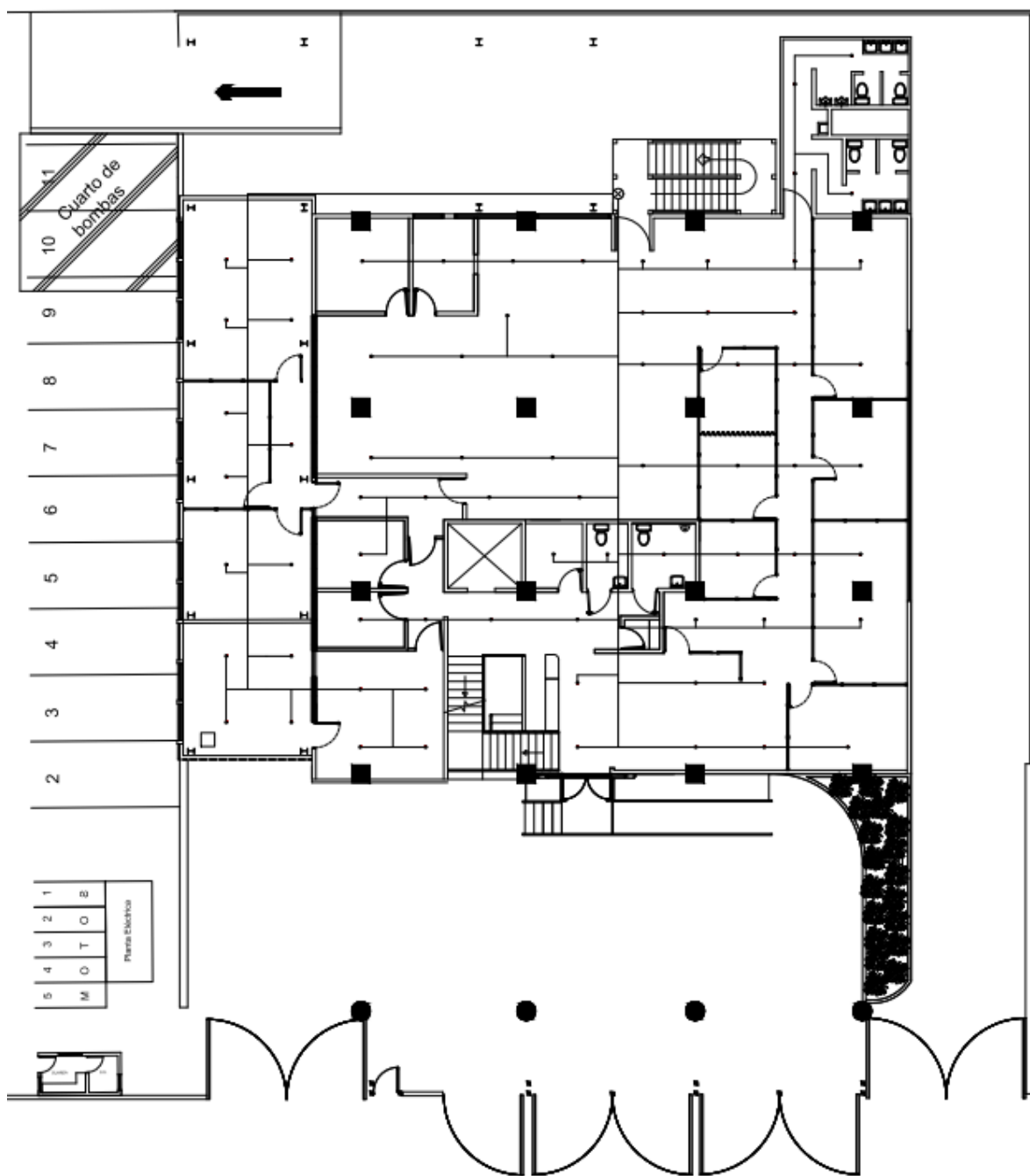
Figura 4.9: Distribución de tubería en el sótano

Fuente: elaboración propia

Nivel I

Se utilizaron 2 tuberías principales transversales (*cross mains*) para alimentar los ramales (*branch lines*) y se trató de hacer un recorrido de las tuberías de manera que perforaran lo menos posible la división en concreto entre el edificio existente y el nuevo agregado, ya que solo en ciertos sectores se comunican ambas estructuras.

El resultado final se muestra en la Figura 4.10.



AutoCAD

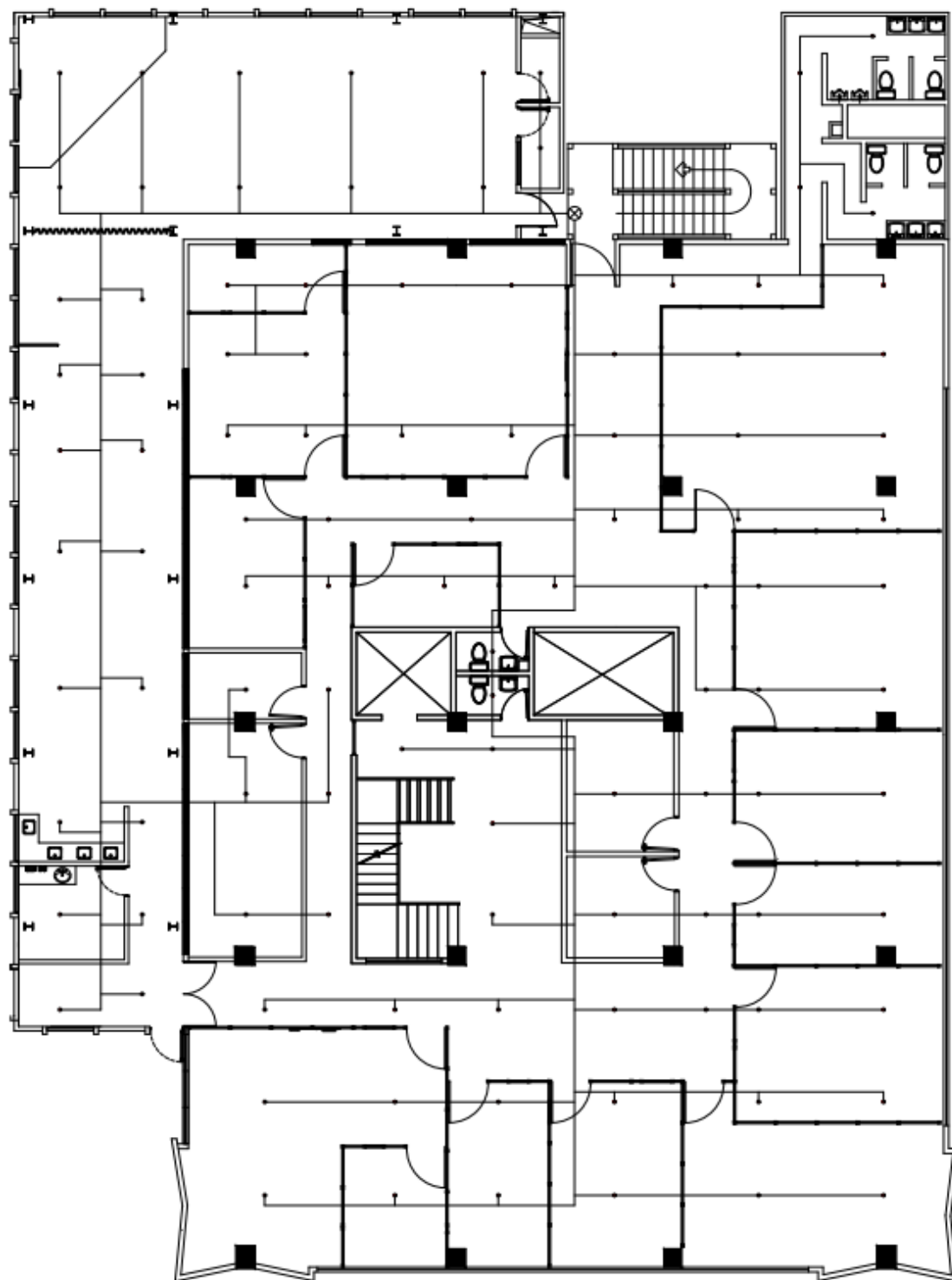
Figura 4.10: Distribución de tubería en el nivel I

Fuente: elaboración propia

Nivel II

Se utilizaron 2 tuberías principales transversales (*cross mains*) para alimentar los ramales (*branch lines*) y se trató de hacer un recorrido de las tuberías de manera que perforaran lo menos posible la división en concreto entre el edificio existente y el nuevo agregado, ya que solo en ciertos sectores se comunican ambas estructuras.

El resultado final se muestra en la Figura 4.11.



AutoCAD

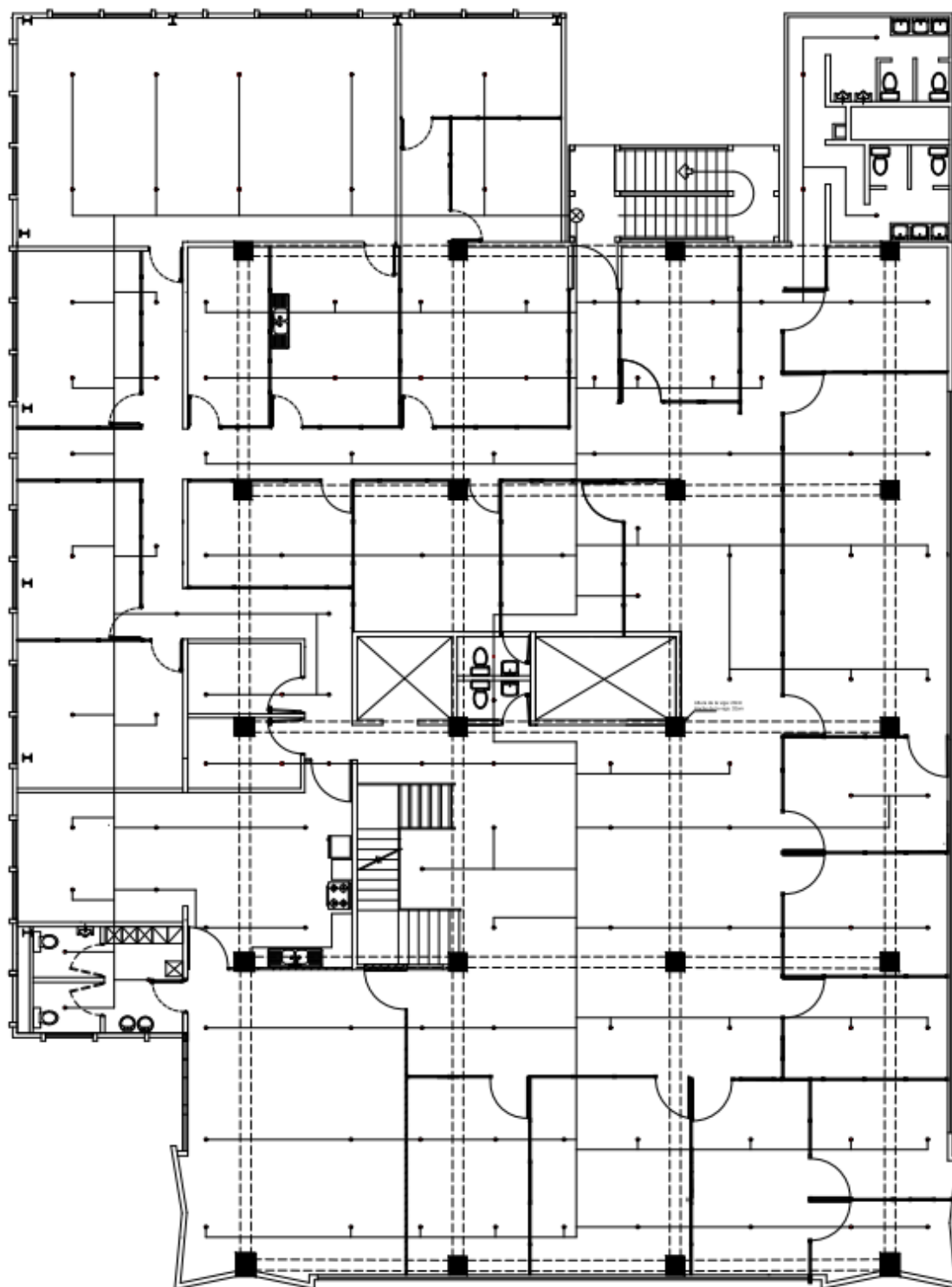
Figura 4.11: Distribución de tubería en el nivel II

Fuente: elaboración propia

Nivel III

El espacio entre el nivel superior de las vigas, dentro del espacio del cielorraso, al techo varia de 145 cm a 20 cm, por lo que esto es una limitante. Según el diseño propuesto solo en ciertos caminos de las tuberías principales transversales (cross mains) se va a usar como diámetro mayor una tubería de 3½ pulgadas de diámetro comercial, la cual tiene un diámetro exterior de 4 pulgadas (10.16 cm) por lo que sí es posible pasar las tuberías por donde se estrecha la altura de techo.

El resultado final se muestra en la Figura 4.12.



AutoCAD

Figura 4.12: Distribución de tubería en el nivel III

Fuente: elaboración propia

Cálculo hidráulico para el sistema de tuberías de los rociadores.

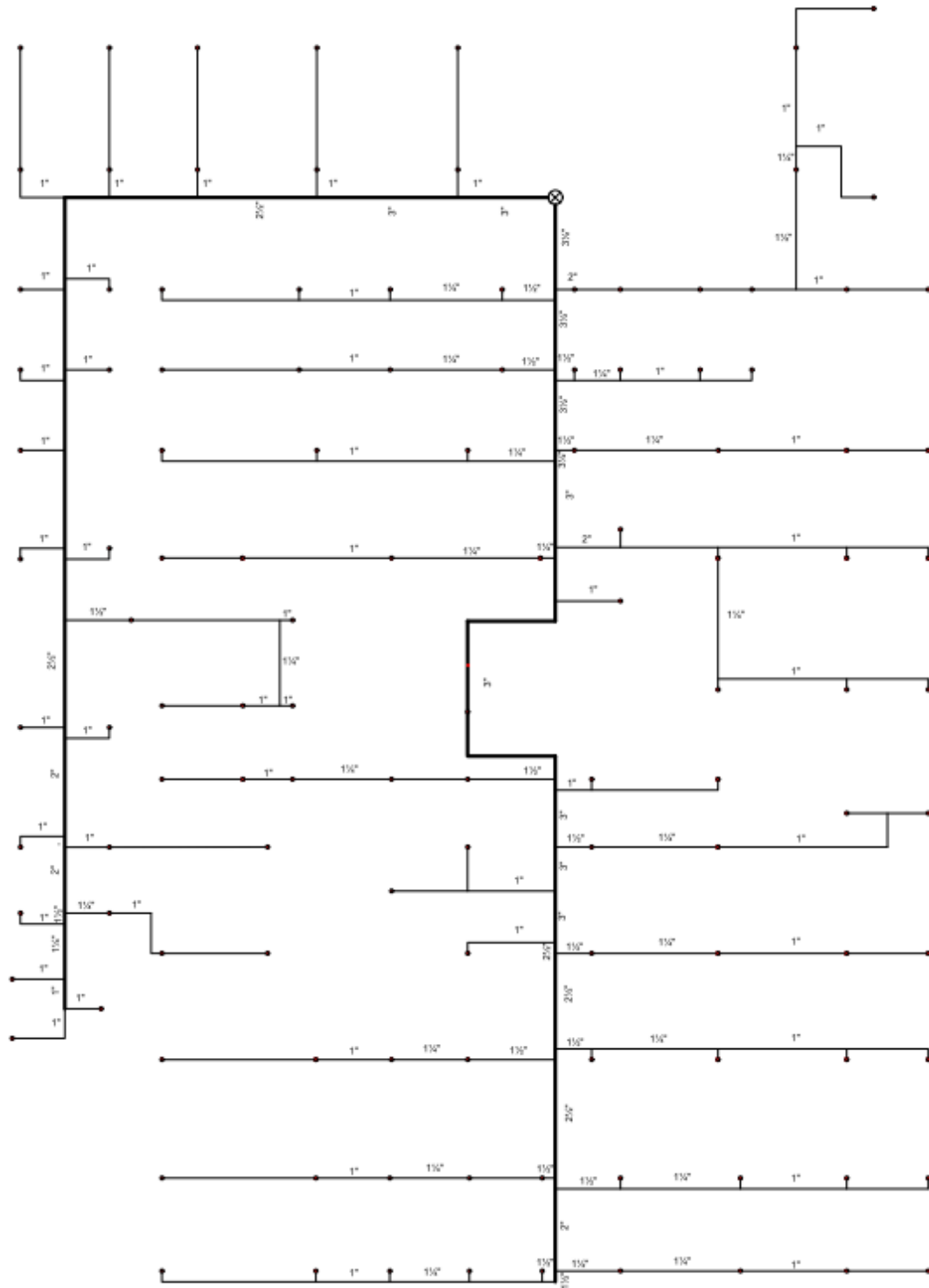
Realizada la distribución de tuberías se debería continuar con la ejecución del cálculo hidráulico del sistema de tuberías, pero sin posibles valores para los diámetros esta labor es imposible realizarla a mano. Se procede entonces a asignar valores iniciales a los diámetros de todas las tuberías con la ayuda de la tabla de tuberías para riesgo leve del “Método de tablas” de la NFPA 13, Tabla 4.2, cabe mencionar que este método ya no es permitido por la NFPA por lo que estos diámetros serán los valores de partida para el cálculo hidráulico, que una vez concluido se habrá encontrado el valor de la presión que cada nodo del sistema de tuberías necesita para operar adecuadamente según su configuración y requerimientos (véase la Figura 4.13). Al terminar el paso anterior se debe entonces proceder a iterar el cálculo, a fin de redimensionar y optimizar los diámetros de todo el sistema de tuberías para que la demanda del sistema se acerque al menor suministro de agua posible. El ejercicio de optimizar los diámetros se dejará para el final, con el uso del software para el cálculo hidráulico, así como la presentación final de los planos de todos los niveles con los diámetros correctos de las tuberías.

Tabla 4.2: Tabla de tuberías para riesgo leve

Acero		Cobre	
1 pulg	2 rociadores	1 pulg	2 rociadores
1¼ pulg	3 rociadores	1¼ pulg	3 rociadores
1½ pulg	5 rociadores	1½ pulg	5 rociadores
2 pulg	10 rociadores	2 pulg	12 rociadores
2½ pulg	30 rociadores	2½ pulg	40 rociadores
3 pulg	60 rociadores	3 pulg	65 rociadores
3½ pulg	100 rociadores	3½ pulg	115 rociadores
4 pulg	Ver Sección 8.2	4 pulg	Ver Sección 8.2

Para unidades SI: 1 pulg. = 25.4 mm.

Fuente: Tabla 23.5.2.2.1 NFPA 13 (edición 2013 en español)



AutoCAD

Figura 4.13: Valores de los diámetros de la tubería en el nivel III

Fuente: elaboración propia

Al iniciar el cálculo hidráulico se deben de tener claros los enfoques de diseño contenidos en el capítulo 11.

Se establece según 11.1.2, que se tiene un solo riesgo en el edificio, solamente oficinas.

Según 11.1.6.4, cuando las válvulas de mangueras para el uso del cuerpo de bomberos sean anexadas a las tuberías verticales (riser) del sistema de rociadores de tubería húmeda, no debe requerirse que la demanda del sistema de rociadores sea agregada a la demanda de las tuberías verticales, determinadas según NFPA 14.

Para determinar los requisitos de demanda de agua se va a utilizar uno de los métodos de cálculo hidráulico enunciados en 11.2.3 que, por criterios del diseñador, se elige la realización del cálculo por el método de densidad/área del punto 11.2.3.2 y las curvas de la Figura 4.14 mostrada a continuación.

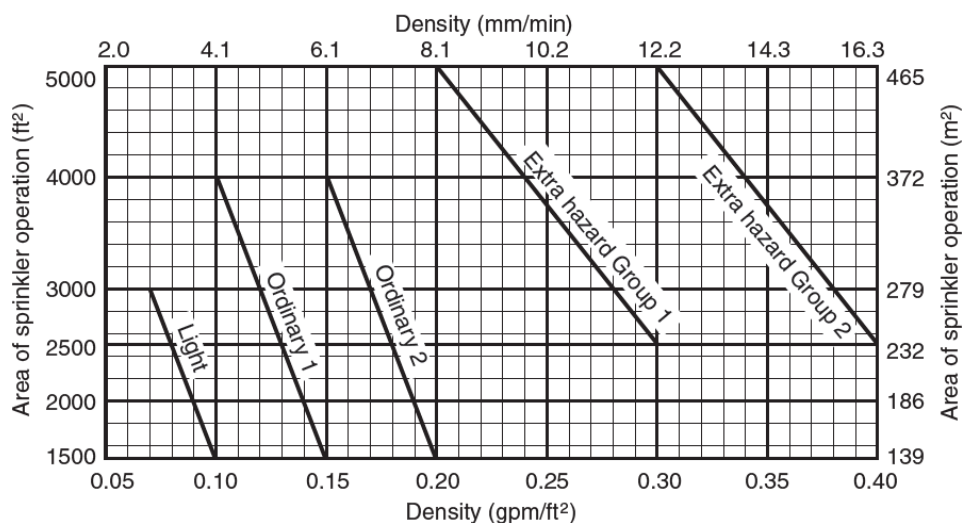


Figura 4.14: Curvas densidad/área

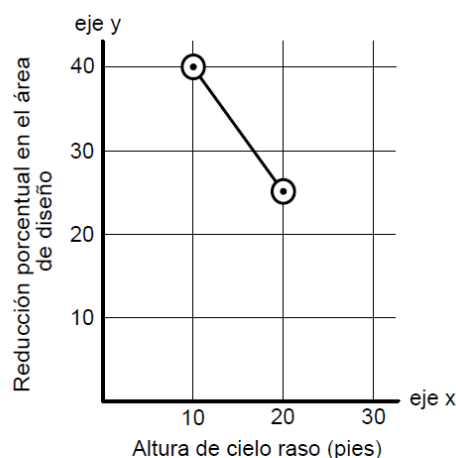
Fuente: Handbook NFPA 13 (treceava edición*)

*Figura 11.2.3.1.1 NFPA 13 (edición 2013)

Según 11.2.3.1.2, el suministro mínimo de agua que debe estar disponible para la duración mínima está especificado en la Tabla 4.5, que sería de 30 minutos para riesgo leve.

Según 11.2.3.2.3, al usar rociadores de respuesta rápida (QR) y bajo el método de densidad/área se permite reducir el área de operación del sistema sin revisar la densidad como se indica en la Figura 4.15, cuando se satisfagan todas las condiciones siguientes:

- 1) Sistema de tubería húmeda
- 2) Ocupación de riesgo leve o riesgo ordinario
- 3) Altura máxima del techo de 20 pies (6.1 m)
- 4) No hay cavidades en el cielorraso sin protección según se indica en 8.6.7.



Nota: $y = -\frac{3x}{2} + 55$

Para altura de cielo raso ≥ 10 pies y ≤ 20 pies, $y = -\frac{3x}{2} + 55$

Para altura de cielo raso < 10 pies, $y = 40$

Para altura de cielo raso > 20 pies, $y = 0$

Para unidades SI, 1 pie = 0,31 m

Figura 4.15: Reducción del área de diseño para rociadores de respuesta rápida.

Fuente: Figura 11.2.3.2.3.1, NFPA 13 (edición 2013 en español)

El capítulo 23 indica cómo se deben presentar los planos y cálculos según lo requerido por la NFPA 13. El artículo 23.1 nos brinda información de cómo deben

presentarse los planos de trabajo y qué deben incluir, este es un punto muy importante ya que los mismos deben presentarse a la autoridad competente, en nuestro país, al Departamento de Ingeniería del Cuerpo de Bomberos, quienes mediante la revisión de planos y la plataforma APC hacen la revisión para emitir veredicto si se aprueba o no el sistema de protección contra incendios.

El punto 23.3 muestra cómo debe presentarse la información de los cálculos realizados por medio de hojas de formularios como la hoja de resumen (Figura A.2), la hoja de gráficos (Figura A.3) y las hojas de trabajo detalladas (Figura A.4), para cada una de las anteriores se verá su uso en los párrafos siguientes y algunas se presentarán solamente mediante el software de cálculo hidráulico.

Una vez finalizados los aspectos de presentación de los datos, acordes a lo solicitado por normativa, el punto 23.4 indica cómo realizar el procedimiento del cálculo hidráulico. Debe tenerse en cuenta según lo indicado en 23.4.1.2 que, el diámetro mínimo permitido para tuberías ferrosas es de 1 pulg. (25 mm) y de ¾ pulg. (20 mm) para tuberías no metálicas listadas para el servicio contra incendios de los rociadores.

El punto 23.4.2.1 dicta cómo se deben calcular las pérdidas por fricción en los sistemas de tuberías en base a agua sin aditivos ni anticongelante, el valor de la pérdida por fricción debe determinarse utilizando la fórmula de Hazen-Williams, que ya se había mostrado, como sigue:

$$p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$$

donde:

p = resistencia por fricción (psi por pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diámetro interior real de la tubería (pulgadas)

Para unidades SI, debe utilizarse la ecuación siguiente:

$$p = 6.05 \left(\frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}} \right) 10^5$$

donde:

p = resistencia por fricción (bar por m de tubería)

Q = flujo (L/min)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diámetro interior real de la tubería (mm)

Para sistemas en grilla o sistemas en anillo la NFPA 13 en su artículo 22.4.2.4, indica cómo se deben tratar los puntos de unión hidráulica, para lo que se tiene que:

- Las presiones en los puntos de unión hidráulica deben equilibrarse dentro de 0,5 psi (0,03 bar).
- La presión más alta en el punto de unión, y los flujos totales ajustados, deben transferirse a los cálculos.
- Debe permitirse un equilibrio de la presión, mediante el uso de un factor K desarrollado para líneas ramales o partes de sistemas que apliquen la formula del factor K.

El artículo 23.4.2.5 nos indica cómo hacer el cálculo del factor K para el flujo o la presión en un nodo utilizando la fórmula siguiente:

$$K_n = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

donde:

K_n = K equivalente en un nodo

Q = flujo en el nodo

C = presión en el nodo

El artículo 23.4.3 nos habla de las longitudes equivalentes de tubería para válvulas accesorios. Para determinar la longitud equivalente del tubo para los accesorios y dispositivos cuando se usa tubería Cédula 40 y un $C=120$, debe utilizarse la Tabla 4.3, a menos que los datos de pruebas del fabricante indiquen que son apropiados otros factores

Tabla 4.3: Tabla de longitudes equivalentes de la tubería de acero Cédula 40

Accesorios y válvulas	Accesorios y válvulas expresados en pies equivalentes de tubería														
	½ pulg (15 mm)	¾ pulg (20 mm)	1 pulg (25 mm)	1¼ pulg (32 mm)	1½ pulg (40 mm)	2 pulg (50 mm)	2½ pulg (65 mm)	3 pulg (80 mm)	3½ pulg (90 mm)	4 pulg (100 mm)	5 pulg (125 mm)	6 pulg (150 mm)	8 pulg (200 mm)	10 pulg (250 mm)	12 pulg (300 mm)
Codo a 45°	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	13 (4)
Codo estándar a 90°	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
Codo de giro largo a 90°	0.5 (0.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4)	16 (4.9)	18 (5.5)
Té o cruz (giro de flujo de 90°)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	15 (4.6)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	50 (15.2)	60 (18.3)
Válvula mariposa	—	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3)	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Válvula de compuerta	—	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Retención tipo charnela*	—	—	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	16 (4.9)	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.3)	45 (13.7)	55 (16.8)	65 (20)

Para unidades SI: 1 pulg = 25.4 mm; 1 pie = 0.3048 m

Nota: La información sobre tubería de ½ pulg se incluye en la tabla sólo porque se permite bajo 8.22.19.3 y 8.22.19.4.

*Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, los equivalentes de los tubos indicados en esta tabla, se consideran un promedio.

Fuente: Tabla 23.4.3.1.1 NFPA 13 (edición 2013 en español)

Tal como se indica en 23.4.3.1.3 para tuberías diferentes a la tubería de acero Cédula 40 se debe usar un factor modificador para la longitud equivalente mostrada en la Tabla 4.3, derivado de la siguiente formula:

$$\left(\frac{\text{Diámetro interno real}}{\text{Diámetro de tubería de acero Cédula 40}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$$

También según lo indicado en 23.4.3.2, la Tabla 4.3 debe utilizarse únicamente para factores C de Hazen-Williams de 120. Para otros valores de C, los valores de la Tabla 4.3 deben multiplicarse por los factores indicados en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4: Multiplicador del Valor C

Valor de C	100	130	140	150
Factor de multiplicación	0,713	1,16	1,33	1,51

MS Excel

Fuente: Redibujado por el autor según Tabla 23.4.3.2.1 NFPA 13 (edición 2013 en español)

Cuando se utiliza el método de área/densidad y cómo lo indica el artículo 23.4.4.1.1, el área de diseño debe ser un área rectangular con la dimensión paralela a los ramales de por lo menos 1.2 veces la raíz cuadrada del área utilizada de operación de los rociadores ($L = 1.2\sqrt{A_s}$), que debe permitir la inclusión de rociadores a ambos lados de la tubería principal transversal (cross main). Toda fracción de rociador debe ser llevada al siguiente rociador entero mayor.

La presión mínima de operación de cualquier rociador debe ser de 7 psi (0.5 bar) y la máxima presión operativa debe ser de 175 psi (12.1 bar) según lo indica el artículo 23.4.4.9.

Un diseñador de un sistema fijo de protección contra incendios tiene la responsabilidad de diseñar un sistema que sea capaz de entregar cierta cantidad de agua con cierta cantidad de energía durante un incendio. Solo teniendo en cuenta todo lo anterior se puede proceder a realizar el cálculo hidráulico de forma manual con el formato que dicta la NFPA 13 en sus hojas de trabajo detalladas.

Los cálculos deben comenzar en el rociador hidráulicamente más remoto. Por lo que para el siguiente proceso se van a mostrar solo los rociadores del nivel III,

dado que el autor de este proyecto ya verificó que la ruta crítica se encuentra en este nivel, pero se debe saber que los pasos que se mostraran acá deberían repetirse en todos los niveles ya que ninguno es espejo de otro.

En el proceso siguiente se va a usar como apoyo el paso por paso para el cálculo hidráulico extraído de “*Basic Hydraulic Calculations for the Fire Sprinkler Industry*” de Cecil Bilbo.

Primero, se debe determinar cuánta agua y energía se necesita para controlar un incendio. Después, el diseño debe asegurar que el sistema este diseñado para entregar lo requerido cuando se necesite. Un resumen con los ocho pasos requeridos para el cálculo hidráulico de un sistema fijo contra incendios serían los siguientes:

1. Seleccionar la estrategia apropiada de “densidad/área” o “flujo/presión” para el sistema que va a ser analizado.
2. Determinar el área de cobertura de cada rociador (espaciamiento calculado versus espaciamiento del rociador)
3. Determinar el arreglo del sistema de tuberías, válvulas y accesorios, incluyendo los cambios de elevación.
4. Determinar la cantidad mínima de agua que es requerida por cada rociador.
5. Determinar cuáles rociadores se van a abrir durante un incendio (área remota) y cuál será el más demandante de abastecer para la fuente de agua.
6. Determinar cuál único rociador sería el más demandante, y después determinar la principal ruta crítica y todos los caminos secundarios que están acoplados.
7. Calcular cuanta energía y flujo se requiere para toda el área remota dado el rociador más demandante.
8. Comparar el flujo de agua y la presión que se calculó es necesaria con el flujo de agua y presión que está disponible en fuente de agua. O, si no se

tiene la fuente de agua, determinar la fuente de agua que cumpla con los requerimientos del sistema.

Paso 1. Seleccionar la estrategia apropiada de “densidad/área” o “flujo/presión” para el sistema que va a ser analizado.

La estrategia por utilizar será el Método de Densidad/Área, que cómo ya se ha mencionado según la clasificación de riesgo de la NFPA 13 para la ocupación de este edificio, es de riesgo leve, entonces utilizando la Figura 4.14, ya mostrada, se escoge una densidad 0.10 gpm/pies² (4.1 mm/mín) para ser entregada sobre un área de operación de los rociadores de 1500 pies² (139 m²). Esta densidad representa cuántos galones se necesitan que sean entregados en cada pie cuadrado por cada minuto que se espera esté activo el incendio. De aquí en adelante se va a referir como 0.10/1500 cuando se hable del valor densidad/área.

Para efectos de cálculo, lo usual en la industria es tratar el flujo en galones por minuto (gpm) y normalmente en nuestro país encontramos las distancias en metros (m), por lo tanto, la formula a utilizar es la siguiente:

$$Densidad = D/A = 1.08 \text{ gpm}/m^2$$

Paso 2. Determinar el área de cobertura de cada rociador.

Dentro de la estrategia para calcular un sistema debemos conocer el área que se espera que cada rociador proteja. Se sabe que para rociadores pulverizadores colgantes y montantes el área de protección o el área de cobertura máxima es de 225 pies² (21 m²). Para determinar el área que cubre un rociador se debe utilizar la “Regla S x L” que ya se explicó para el área de cobertura. Entonces para cualquier rociador:

$$A_s = S \times L$$

Siguiendo las reglas antes explicadas y viendo solamente la distribución de rociadores del nivel III del edificio, sí se escoge determinar el área del último rociador de la esquina inferior izquierda de la Figura 4.12 sería como sigue:

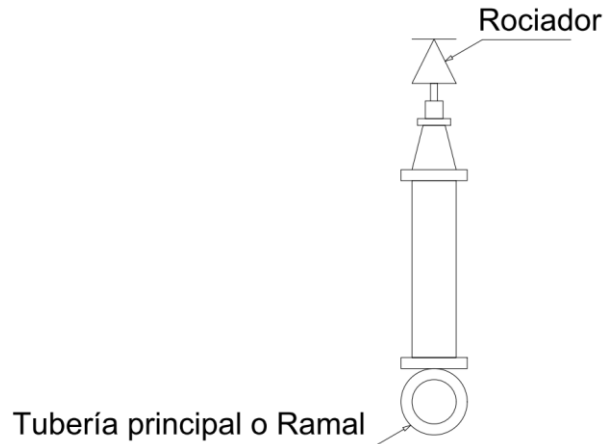
$$\begin{aligned}A_s &= S \times L \\A_s &= 4.29 \times 2.59 \\A_s &= 11.11 \, m^2 \cong 11 \, m^2 \\A_s &= 120 \, pies^2\end{aligned}$$

Esta área de cobertura ha de calcularse durante el cálculo hidráulico para cada rociador.

Paso 3. Determinar el arreglo del sistema de tuberías, válvulas y accesorios, incluyendo los cambios de elevación.

Como se ha mencionado toda la tubería será de acero, Cédula 40. Todas las tuberías serán conectadas por juntas mecánicas (grooved) o roscadas para diámetros de 2" en inferiores.

Para el cálculo de la tubería y accesorios (fittings) en los rociadores montantes (upright) del sótano, se va a conectar una tee (T) de lado a las tuberías principales transversales (cross mains) para alimentar los ramales, pasando por la reducción necesaria, luego a la tubería ramal (branch line) se le conecta otra tee (T) que salga hacia arriba en cada punto donde se diseñó que se va a ubicar un rociador y en ese punto sube una tubería montante (sprig) que a través de una reducción alimenta a ese rociador, tal como se muestra a continuación:

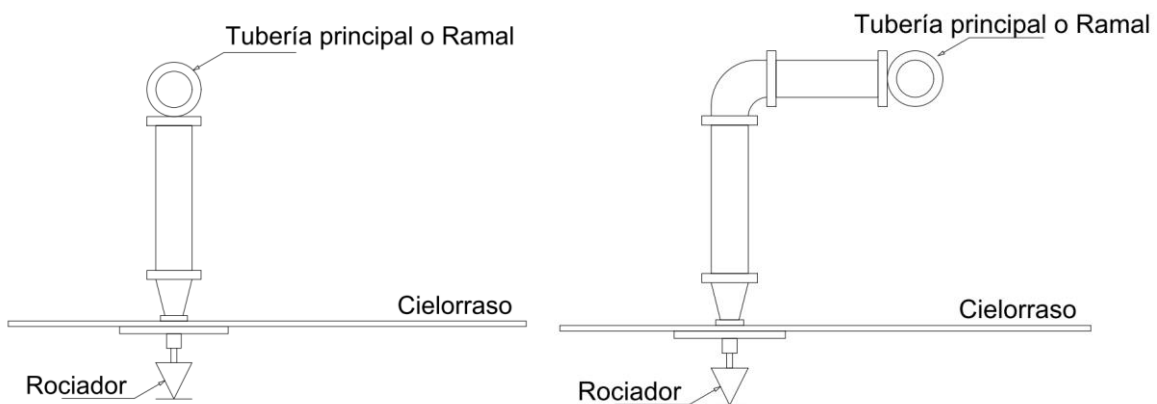


AutoCAD

Figura 4.16: Detalle de rociadores montantes

Fuente: elaboración propia

Para los rociadores colgantes (pendent) de todos los demás niveles, se va a conectar una tee (T) de lado a las tuberías principales transversales (cross mains) para alimentar los ramales, pasando por la reducción necesaria, luego a la tubería ramal (branch line) se le conecta otra tee (T) en cada punto donde se diseñó que se va a ubicar un rociador y en ese punto baja una tubería descendente (drop), o sale de lado, directamente al rociador que lo alimenta a través de una reducción, tal como se muestra a continuación:

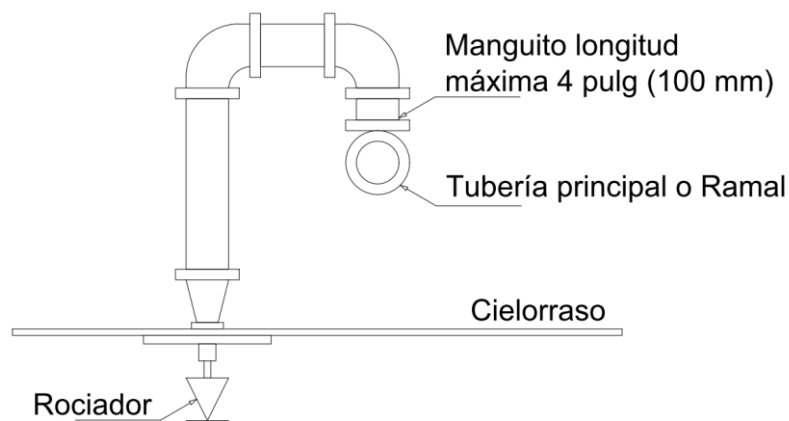


AutoCAD

Figura 4.17: Detalle de rociadores colgantes

Fuente: elaboración propia

Se debe tener claro que la norma en su artículo 8.15.19 dicta que deben usarse curvas de retorno para rociadores colgantes alimentados desde una fuente de agua cruda, laguna o reservorio abierto como se muestra en la Figura 4.18 pero este no es el caso de este diseño, pues como se explicará más adelante el tanque de almacenamiento de agua se alimenta de dos fuentes, la red pública y la recolección de aguas llovidas, pero que antes pasa por un proceso de filtrado. En cualquier caso, se pueden usar para prevenir obstrucciones en la tubería del rociador, sin que esto afecte considerablemente al cálculo hidráulico.



AutoCAD

Figura 4.18: Detalle de las curvas de retorno

Fuente: Redibujado por el autor según NFPA 13 (edición 2013 en español)

Teniendo en cuenta los arreglos anteriores se pueden ahora sí asignar números a las características de cada nivel en específico:

- Sótano:
Todas las tuberías montantes (sprigs) son de 1 pulg. (25 mm) y la longitud de esta es aproximadamente de 0.5 m.
- Nivel I, II y III:

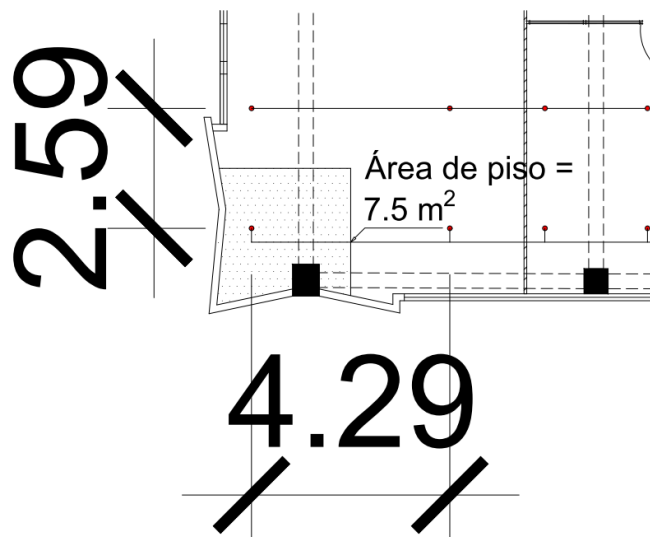
Todas las tuberías descendentes (drops) son de 1 pulg. (25 mm) y la longitud de esta varia aproximadamente de 0.35 m, 0.2 m, 0.5 m para los niveles I, II y III respectivamente.

En todos los casos para el posicionamiento de las tuberías se toman las medidas desde una línea imaginaria al centro de la tubería, además, se deben tomar las previsiones para ubicar las tuberías contemplando sus diámetros reales externos.

Del nivel de sótano, la casa de máquinas se encuentra a 2.05 m por encima, la altura a utilizar para conectar la bomba será de 2.45 m por el pedestal de concreto que hay que construir para soportar la bomba. La distancia desde la base del Riser (BOR) a la pared de casa de máquinas es de 17.4 m.

Paso 4. Determinar la cantidad mínima de agua que es requerida por cada rociador.

Se debe observar que, para el cálculo del agua requerida para el rociador, se hace sobre la base del área de cobertura, no con el área real del piso bajo el rociador. Para el rociador remoto el área de piso debajo del mismo es de 7.5 m^2 , a diferencia del área de cobertura que es de 10.8 m^2 (véase Figura 4.19).



AutoCAD

Figura 4.19: Área de cobertura versus área de piso

Fuente: elaboración propia

Si sabemos el área, en pies, de cobertura de un rociador (A_s) y la densidad (D) que requiere, podemos calcular la cantidad de agua total que debe dirigirse a ese rociador (Q_s), como se expresa a continuación:

$$Q_s = A_s \times D$$

$$Q_s = 120 \times 0.1$$

$$Q_s = 12 \text{ gpm}$$

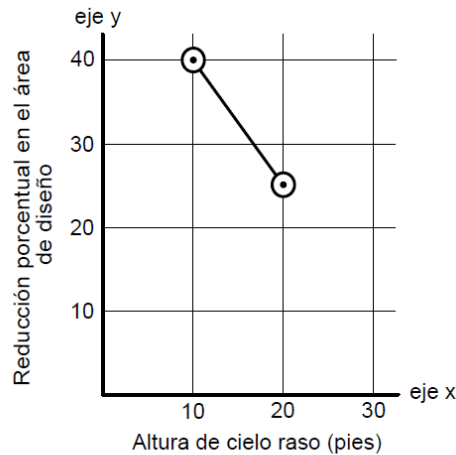
El anterior es el flujo mínimo que requiere este rociador para cumplir con el área de cobertura del diseño propuesto, este cálculo debe hacerse para cada rociador durante la corrida hidráulica.

Paso 5. Determinar cuáles rociadores se van a abrir durante un incendio (área remota) y cuál será el más demandante de abastecer para la fuente de agua.

El área remota es el área elegida en la Figura 4.14 de la curva de densidad/área, 1500 ft² (139m²), esta área debe ser considerada como el área que se espera sea controlada por el sistema de rociadores. Como se vio antes, cuando se usa el método de densidad/área es posible hacer una reducción en el área que debemos usar para el diseño, sin modificar la densidad, cuando se usa en su totalidad rociadores de respuesta rápida (QR) y se cumple con una serie de condiciones, tenemos entonces, que sí cumplimos con las condiciones ya mencionadas:

- 1) Sistema de tubería húmeda
- 2) Ocupación de riesgo leve o riesgo ordinario
- 3) Altura máxima del techo de 20 pies (6.1 m)
- 4) No hay cavidades en el cielorraso sin protección

Por ende, podemos hacer uso de la Figura 4.20, Figura 4.15 repetida, la cual nos muestra que para la altura del cielorraso que tenemos en el nivel III del edificio de 2.6 m (8.53 pies) y como se encuentra por debajo de los 10 pies (3 m) de altura podemos hacer una reducción del 40% en el área remota. Finalmente, el área remota con la reducción es de 83.4 m² (900 pies²).



Nota: $y = \frac{-3x}{2} + 55$

Para altura de cielo raso ≥ 10 pies y ≤ 20 pies, $y = \frac{-3x}{2} + 55$

Para altura de cielo raso < 10 pies, $y = 40$

Para altura de cielo raso > 20 pies, $y = 0$

Para unidades SI, 1 pie = 0,31 m

Figura 4.20: Reducción del área de diseño para rociadores de respuesta rápida (repetida)

Fuente: Figura 11.2.3.2.3.1, NFPA 13 (edición 2013 en español)

Esto es permitido bajo ciertas condiciones, cuando los rociadores están lo suficientemente cerca al escenario de incendio para que se activen más rápido los rociadores y éstos ganen control del incendio cuando es de menor tamaño. Entre más cerca se encuentren los rociadores de respuesta rápida al incendio, más podemos reducir el área remota, porque así más rápido los rociadores se van a activar.

El valor final de densidad/área que se va a usar en los cálculos es de 0.1 gpm/900 pies² (4.1 mm/mín/83.4 m²).

Ahora que se ha determinado el tamaño del área remota, se debe determinar la forma del área remota. Esta forma del área remota determinará cuáles rociadores en específico se van a abrir durante un incendio. La forma de crecimiento que va a tomar un incendio es desconocida, pero al lidiar con el cálculo se supone que va a ser de la manera más desafiante para nuestro sistema, esto sería a lo largo de la mayor cantidad de rociadores posibles en una misma línea ramal (branch line).

Según lo indicado en la norma en el punto 23.4.4.1.1, el área de diseño debe ser rectangular ubicando la mayor dimensión paralela a las líneas ramales, de al menos 1.2 veces la raíz cuadrada del área de operación usada ($L = 1.2\sqrt{A_s}$). Entonces para determinar la forma del lado largo del rectángulo tenemos:

$$L = 1.2 \times \sqrt{900}$$

$$L = 36 \text{ pies}$$

$$L = 11 \text{ metros}$$

Entonces para la forma del área remota de este proyecto debe tener al menos 11 m (36 pies) de longitud. Y se deben añadir tantos rociadores como sean necesarios para que el área remota sea de al menos 83.4 m² (900 pies²). La cantidad mínima de rociadores puede aproximarse usando el área de cobertura ya calculada como:

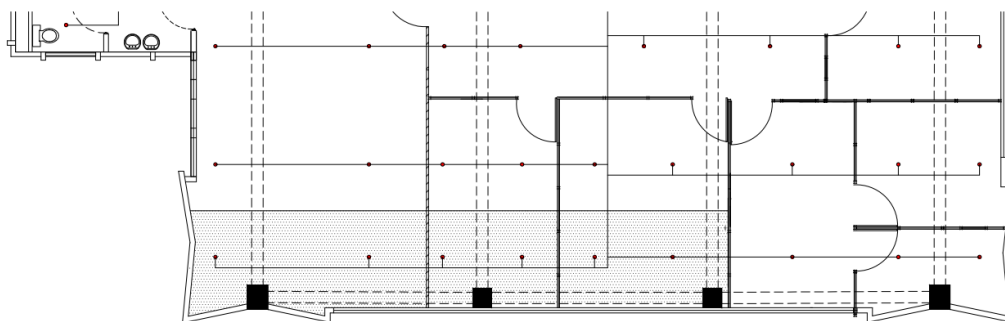
$$\text{Área remota} \div A_s = \text{Cantidad mínima de rociadores}$$

$$900 \text{ pies}^2 \div 120 \text{ pies}^2 \cong 7.5$$

Como no se puede abrir una fracción de rociador y tal como lo estipula la norma se redondea al entero mayor de rociador, entonces el número aproximado de rociadores que podrían abrirse en un incendio es de ocho rociadores. Esto funciona a la perfección cuando el área de cobertura de los rociadores es igual al área real de la huella en el piso del rociador, lo cual no es nuestro caso, pero es de utilidad para una aproximación.

Lo siguiente es el lugar para ubicar la forma del área remota que se ha calculado. Esto debería hacerse en la ubicación hidráulica más remota, en el lugar más demandante de proporcionar agua a los rociadores. De hecho, se trata de buscar el rociador más demandante de todo el sistema. Se determina que este rociador es el mismo al que se le calculó el área de cobertura en el paso 2.

La forma del área remota es un rectángulo que debe tener una longitud de al menos 11 metros, si al ubicar esta longitud se pasa del punto medio entre dos rociadores, entonces se debe sumar este rociador adicional al largo del área remota para asegurar que se cumpla con el largo mínimo requerido. Debe observarse que para este cálculo se usa el área de huella real de cada rociador (espacio de piso) pues lo que se busca es completar el área remota mediante el área de protección real de cada rociador en particular. Para nuestro caso al dimensionar un rectángulo de 11 metros de longitud se observa que se incluyen cuatro rociadores y parte del quinto, por ende, este último debe añadirse para cumplir con la longitud mínima requerida. En este punto al ser cuidadoso debe observarse que es poco lógico que se abra el quinto rociador cuando este se encuentra junto a otros tres dentro de la misma habitación, por ende, la buena lógica indicaría que si se abre ese quinto rociador en ese cuarto es porque se van a abrir los otros tres que se encuentran en la misma habitación. Entonces el largo escogido es aún mayor tal como se observa en la siguiente figura:



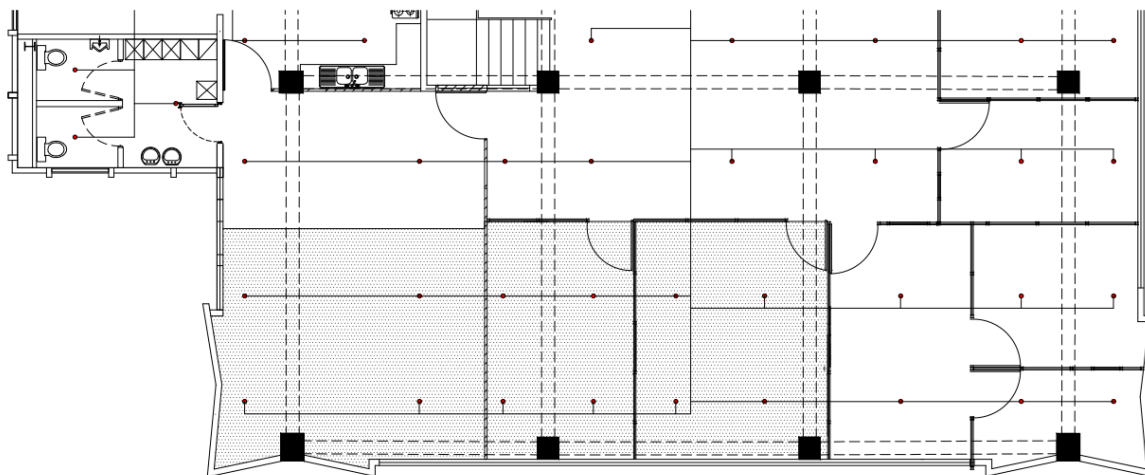
AutoCAD

Figura 4.21: Longitud del área remota

Fuente: elaboración propia

Luego de encontrar cuantos rociadores deben abrirse sobre un ramal (branch line), deben sumarse tantos rociadores como sean necesarios en los ramales paralelos hasta alcanzar el área correcta del área remota. Se sabe de la mecánica de fluidos que el caso más demandante para la bomba es que se abran muchos rociadores en el mismo ramal (branch line), pero es poco probable que el

crecimiento del fuego sea solo en esa dirección. Se observa entonces, que para alcanzar los 83.6 m² mínimos deben añadirse seis rociadores del ramal inmediatamente paralelo para un total del área remota de 85.2 m², tal como se muestra a continuación:

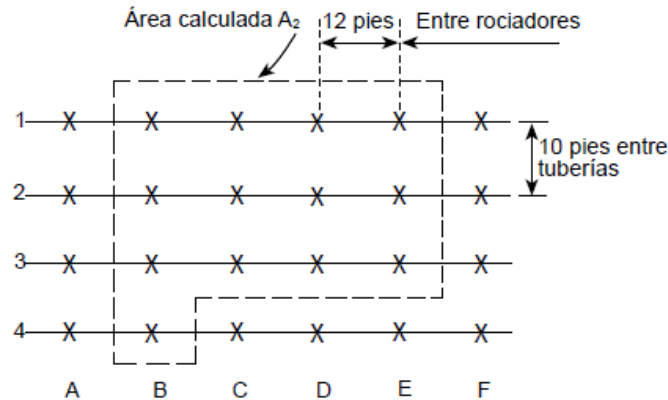


AutoCAD

Figura 4.22: Área remota

Fuente: elaboración propia

Se debe tener presente que el agua “se empuja” con la fuerza suficiente para que llegue al rociador más lejano hidráulicamente, por lo tanto, al acercarse a la fuente de agua, la presión disponible en cada rociador va a ser mayor. Teniendo esto en mente es que la Figura 4.23, muestra un ejemplo de la determinación del número de rociadores que deben ser calculados del área remota para un sistema en árbol y cómo deben de ser ubicados.



Notas:

1. Para los sistemas entramados, el rociador (o rociadores) extra del ramal puede ser ubicado en cualquier localización adyacente desde B a E a elección del diseñador.
2. Para sistemas en árbol y bucle cerrado, el rociador extra en la tubería 4 debería ser ubicado lo mas cerca posible del cruce con la tubería principal transversal.

Asuma un área remota de 1500 pies² con cobertura de rociadores de 120 pies²

$$\begin{aligned} \text{Total de rociadores a calcular} &= \frac{\text{Área de diseño}}{\text{Área por rociador}} \\ &= \frac{1500}{120} = 12,5 \text{ calcule 13} \end{aligned}$$

$$\text{Número de rociadores en el ramal} = \frac{1,2 \sqrt{A}}{S}$$

Donde:

A = Área de diseño

S = Distancia entre rociadores en el ramal

$$\text{Número de rociadores en el ramal} = \frac{1,2 \sqrt{1500}}{12} = 3,87$$

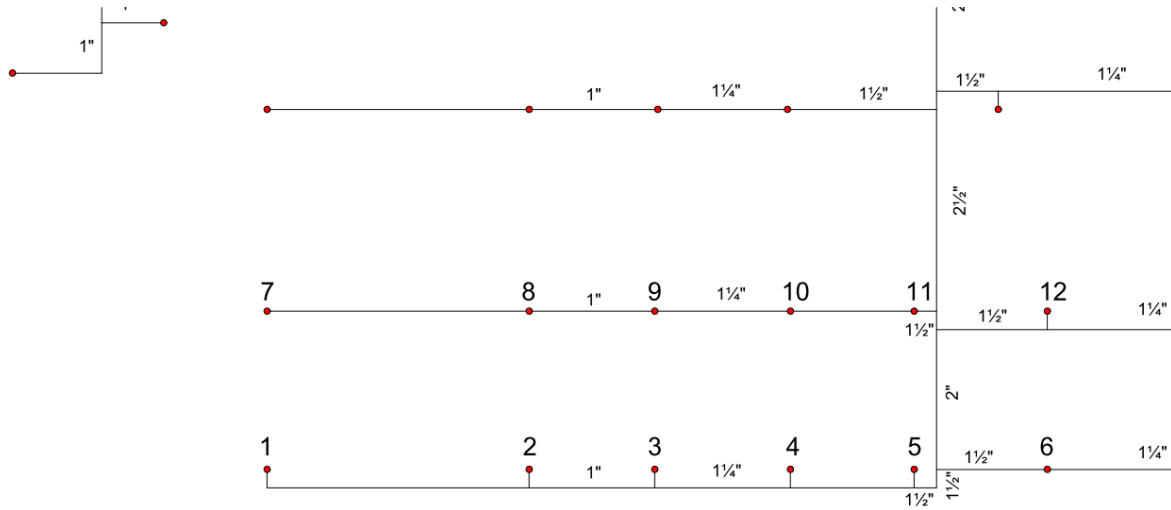
Para unidades SI, 1 pie = 0,3048 m; 1 pie² = 0,0929 m²

Figura 4.23: Ejemplo de la determinación del número de rociadores que deben ser calculados

Fuente: Figura A.23.4.4 NFPA 13 (edición 2013 en español)

Paso 6. Determinar cuál único rociador sería el más demandante y después determinar la principal ruta crítica y todos los caminos secundarios que están acoplados.

Para el área remota tenemos un total de 12 rociadores, el rociador hidráulicamente más desfavorable es el rociador que se ha numerado como el Rociador 1 en la siguiente figura:



AutoCAD

Figura 4.24: Rociadores del área remota

Fuente: elaboración propia

Los rociadores de 1 hasta el 12 son los rociadores del área remota ya posicionada. Se describe ahora la ruta crítica como el camino que el agua seguirá desde el suministro de agua hasta el rociador hidráulicamente más desfavorable, el Rociador 1. Se necesita poder describir este camino y para hacerlo se deben posicionar puntos de referencia que permitan hacerlo, estos puntos se llaman nodos. Un nodo es cualquier punto asignado que sirva de referencia, pero por lo general se ubican de la siguiente forma:

- En los rociadores
- En cualquier punto donde el agua fluya fuera de la ruta crítica
- En los cambios del diámetro de las tuberías
- En el cambio del tipo de tubería o cambio en la rugosidad interna

Se procede ahora a ubicar los nodos de referencia en todo el camino de la ruta crítica como se muestra a continuación:

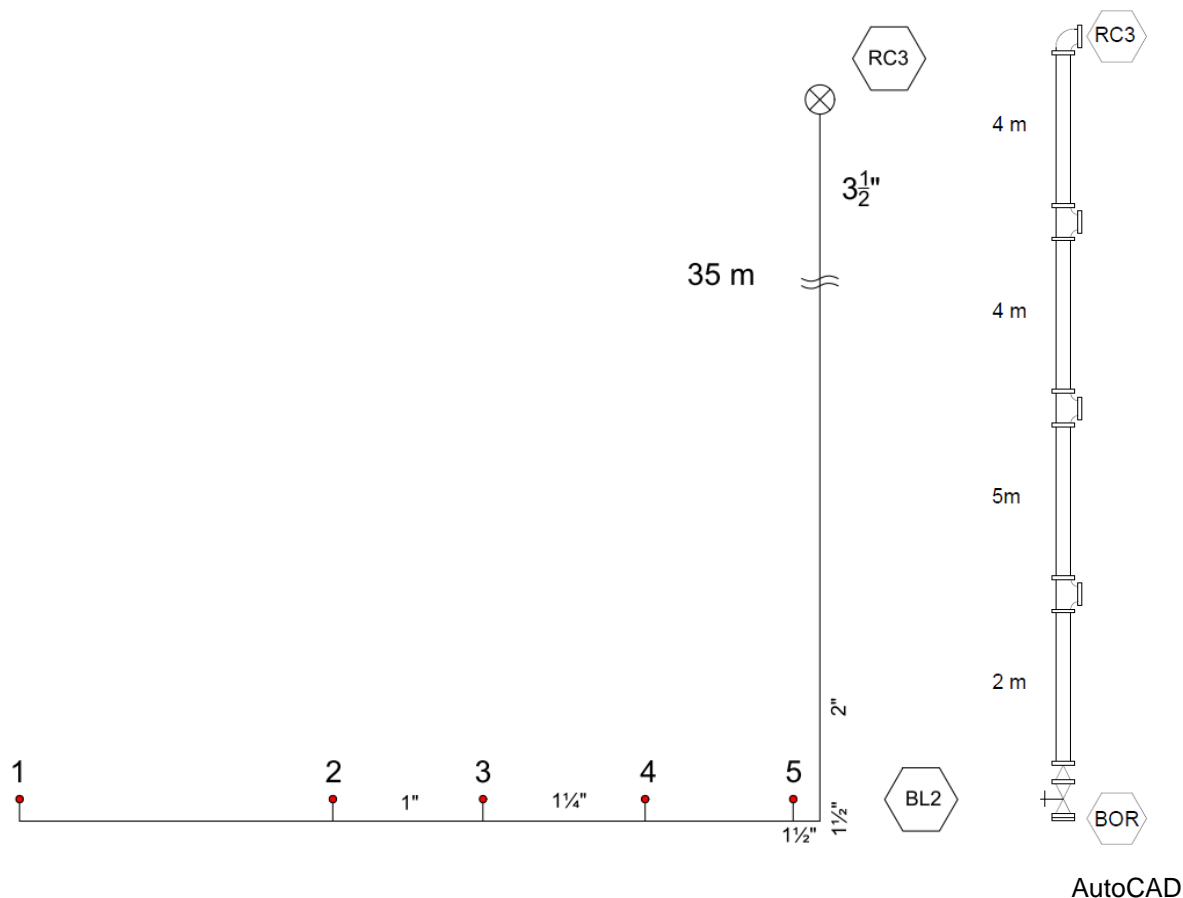


Figura 4.25: Identificación del camino de la ruta crítica

Fuente: elaboración propia

El desarrollo detallado del posicionamiento de los nodos y la simplificación paso por paso que debe llevarse en cada rama del árbol se deja solamente para efectos de cálculo del autor, pues por la complejidad del sistema vuelve muy engorroso mostrar cada paso de las simplificaciones en el sistema de tuberías que se deben llevar a cabo.

Se debe describir cada camino secundario acoplado, para poder determinar la cantidad mínima de energía requerida y de volumen de agua que se necesitará que fluya en ese camino. En las hojas de cálculos hidráulicos cada camino secundario que se acople al camino principal se va a describir totalmente para su cálculo como una salida de un agujero calibrado con un factor K equivalente dado, que requiere un flujo y una presión determinada. Primero se calcula el flujo mínimo

requerido de ese camino secundario y la presión necesaria para ese flujo. Después con esa información se determina el factor K equivalente con:

$$k_{eq} = Q / \sqrt{P}$$

Lo anterior se repite para todos los caminos secundarios, sin importar la complejidad que tengan se puede lograr describirlos mediante un factor K que represente todo el camino.

Se observa que el agua fluye fuera de la ruta crítica a través los Rociadores 1, 2, 3, 4 y 5, en el nodo de conexión (cross main) donde del segundo ramal el agua saldría hacia el Rociador 6 (CM2) y en los nodos en los que se conecta el tercer y cuarto ramal que a la vez se conecta con el alimentador transversal principal (CM3 y CM4). Entonces, a parte de los rociadores, se observa que el agua fluye fuera del camino principal a través de CM2, CM3 y CM4, se debe por lo tanto describir la tubería y accesorios que tiene cada camino secundario conectado a la ruta crítica. La Figura 4.26 muestra una vista isométrica simplificada que permite visualizar los rociadores del área remota y la ruta crítica.

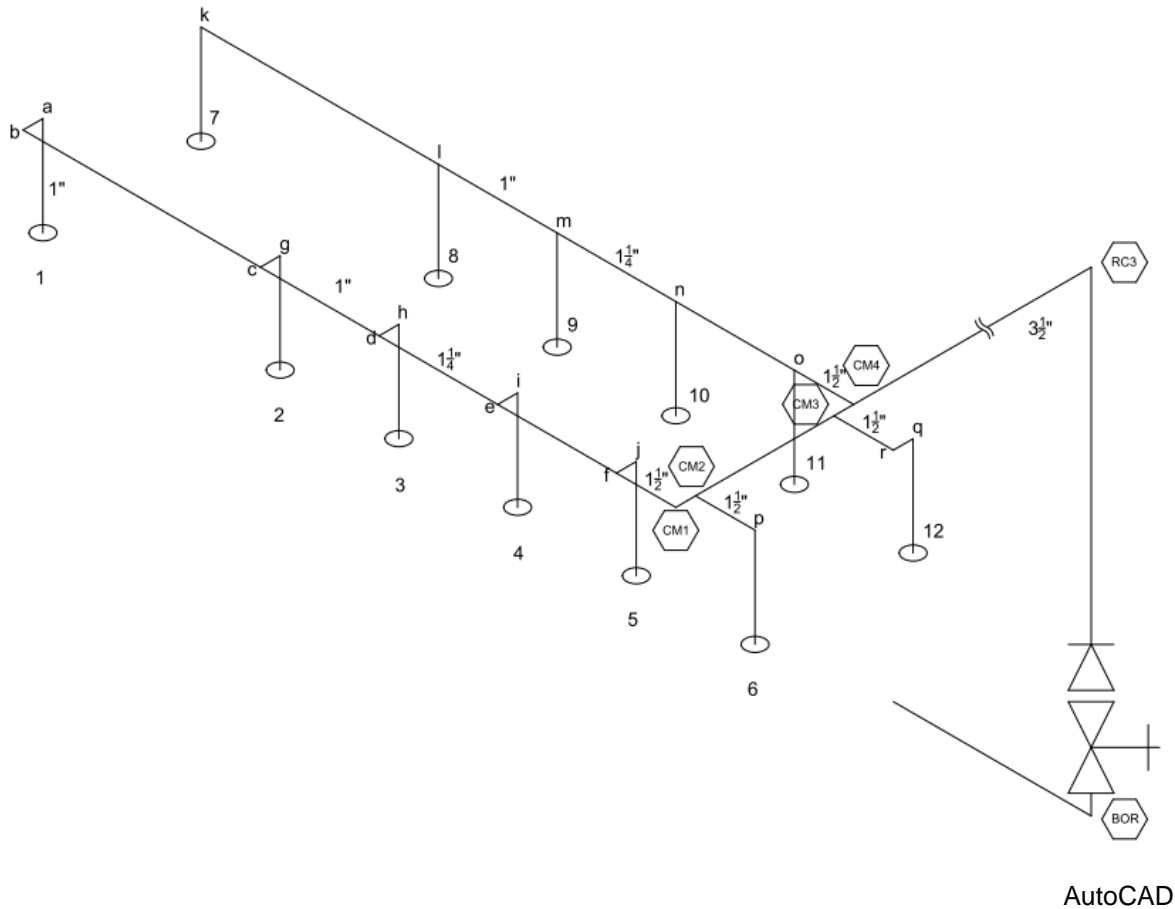


Figura 4.26: Isométrico de la ruta crítica

Fuente: elaboración propia

El primer camino secundario por describir es donde el agua fluye hacia el Rociador 6, nodo CM2. El segundo camino secundario es donde el agua deja el camino principal a través del nodo CM3 y fluye hacia el Rociador 12. El tercer camino secundario es donde el agua deja el camino principal a través del nodo CM4 y fluye hacia los Rociadores 7, 8, 9, 10 y 11. Como se mencionó anteriormente, se van a representar estos caminos secundarios como una salida de un orificio calibrado con un factor K equivalente en la ruta crítica.

Finalmente, con todos los caminos secundarios definidos, se puede visualizar solamente el camino principal y los puntos que se van a considerar como caminos secundarios acoplados. La Figura 4.27 muestra el camino principal con los orificios de los caminos secundarios que se van a utilizar para realizar los cálculos.

1. Completar la hoja de trabajo detallada del cálculo hidráulico usando la información que se conoce del tramo de tubería.
2. Determinar la presión mínima de inicio que se requiere para el orificio de salida que se tiene.
3. Si ya se conoce el factor K , determinar el flujo desde el orificio (q).
4. Verificar que Q , K y P sean válidos cada vez que se inicia un nuevo tramo de tubería.
5. Determinar el flujo total (Q) en el tramo de tubería.
6. Determinar si hay algún accesorio modificador aplica al tramo de tubería.
7. Determinar la pérdida por fricción por unidad (pie o metro).
8. Determinar la pérdida por fricción de todo el tramo de tubería.
9. Determinar cualquier cambio en la elevación, puede ser ganancia o pérdida.
10. Cuantificar las presiones requeridas para crear una nueva presión total (P_t) para el próximo tramo de tubería.
11. La presión total anterior se debe usar como valor de inicio del siguiente tramo y empezar de nuevo con el paso 3 de esta lista.
12. Cuando se llegue al final de los caminos secundarios, con la información obtenida, crear un factor K equivalente para ubicarlo en el camino principal.
13. Cuando se llegue al final del camino principal se tendrán los datos a comparar requeridos con los disponibles o necesarios en la fuente de agua.
14. Recordar el considerar los requerimientos para la asignación de mangueras.

En las hojas de trabajo detalladas cuando se posicionen los nodos se debe colocar el que se encuentra más cerca de la fuente de agua en la segunda línea.

En el artículo 23.4.4.7 de la NFPA 13 hay 10 ítems que brindan instrucciones de cuales accesorios se incluyen al realizar el cálculo hidráulico, como incluirlos en los cálculos y cuales accesorios no necesitan ser considerados. Dicho artículo por la importancia que tiene se copia textualmente a continuación:

23.4.4.7 *Pérdida por fricción.* Las pérdidas por fricción de las tuberías deben calcularse de acuerdo con la fórmula de Hazen-Williams, con los valores C permitidos, como sigue:

- (1) Incluir las tuberías, los accesorios y los dispositivos tales como válvulas, medidores interruptores de flujos en tuberías de 2 pulgadas o tamaños menores, y filtros, y calcular los cambios de elevación que afectan la descarga del rociador.
- (2) Las tuberías de drenaje conectadas no deben incluirse en los cálculos hidráulicos.
- (3) Calcular las pérdidas por una tee o una cruz cuando tenga lugar un cambio en la dirección del flujo, basándose en la longitud equivalente del tramo de tubería donde esté incluido el accesorio.
- (4) La tee ubicada en el extremo superior de un manguito de tubería vertical debe incluirse en el ramal; la tee ubicada en la base de un manguito de tubería vertical, debe incluirse en el manguito de tubería vertical; y la tee o cruz ubicada en la unión de una tubería principal transversal con una tubería principal de alimentación debe incluirse en la tubería principal transversal.
- (5) No incluir las pérdidas por accesorios para el flujo directo en una “T” o cruz.
- (6) Calcular las pérdidas de los codos reductores, en base al valor equivalente en pies, de la salida más pequeña.
- (7) Utilice el valor equivalente en pies del codo normalizado en cualquier cambio abrupto de dirección de 90 grados, tal como en un codo roscado.
- (8) Utilice el valor equivalente en pies a los codos abiertos para el codo de radio grande o cualquier giro de barrido de 90 grados, como en los codos tipo con bridas, soldados o con uniones mecánicas.
- (9) Debe excluirse la pérdida por fricción para el accesorio conectado directamente a un rociador.
- (10) Las pérdidas a través de válvulas reductoras de presión, deben incluirse basándose en la condición de presión normal en la entrada. Deben utilizarse los datos de pérdidas de presión de la literatura del fabricante.

Para efectos de cálculo y por las mismas razones que en el cálculo de la densidad, el valor comercialmente usado en los valores de presión es la libra por pulgada cuadrada (psi) y la longitud en nuestro país normalmente se expresa en metros (m), no en pies, por lo tanto, la formula a utilizar para calcular las pérdidas por fricción por Hazen-Williams es la siguiente:

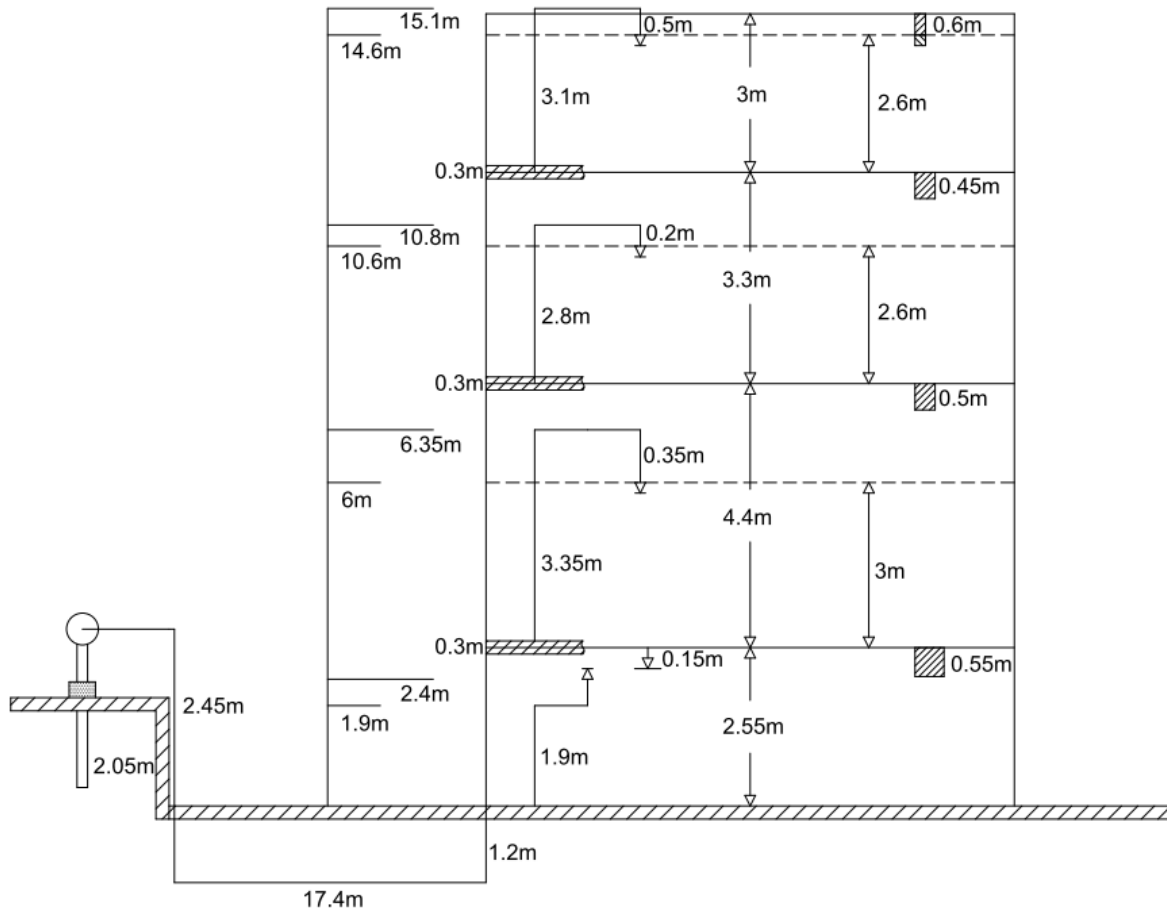
$$p_f = \frac{14.83Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}} \left[\text{psi}/m \right]$$

El valor normalmente utilizado para las pérdidas de presión por elevación de la altura geométrica es:

$$P_{elev} = 0.433 \text{ psi}/\text{pie}$$

$$P_{elev} = 1.42 \text{ psi}/m$$

La Figura 4.28 muestra en detalle de los cambios de elevación en el edificio, y las elevaciones de las tuberías y de los rociadores para cada nivel.



AutoCAD

Figura 4.28: Detalle de alturas en el edificio

Fuente: elaboración propia

Paso 7.1. Cálculo hidráulico del camino secundario 6-p-CM2

Siguiendo los 14 pasos anteriores se va a realizar el cálculo del primer camino secundario (6-p-CM2), los datos obtenidos se van a mostrar con ayuda de la hoja detallada de trabajo de la NFPA 13.

Se debe tener presente, como ya se indicó, que la norma dicta que ningún rociador puede tener una presión operativa menor de 7 psi, por ende, para este proyecto en específico, todos los rociadores que tengan un área de cobertura

menor de 13.72 m² se les asignará un caudal y presión mínimos de 14.82 gpm @ 7 psi respectivamente.

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _t por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
6	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=9m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 9,72 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 3 psi < 7 psi \wedge P_e = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
p	15,1		14,82	1,049	1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	-0,71	
						T	2		P _f	0,49	
p	15,1		0	1 ½"		L	1,81	120	P _t	6,78	q = 0
CM2	15,1		14,82	1,61	1T = 2,4	F	2,4	0,03044269	P _e	0	
						T	4,21		P _f	0,128	
CM2		5,64				L			P _t	6,909	K _{eq} = Q/√P = 5,64
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.29: Camino secundario 6-p-CM2

Fuente: elaboración propia

Paso 7.2. Calculo hidráulico del camino secundario 2-g-c

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _t por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
2	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=12,2m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 13,2 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 5,6 psi < 7 psi \wedge P_e = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
g	15,1		14,82	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	-0,71	
						T	1,1		P _f	0,27	
g	15,1		0	1"		L	0,3	120	P _t	6,56	q = 0
c	15,1		14,82	1,049	1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	0	
						T	1,8		P _f	0,441	
c		5,6				L			P _t	7,001	K _{eq} = Q/√P = 5,6
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.30: Camino secundario 2-g-c

Fuente: elaboración propia

Paso 7.3. Calculo hidráulico del camino secundario 3-h-d

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
3	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=6,5m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 7 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 1,6 psi < 7 psi \wedge Pe = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
					1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	-0,71	
h	15,1		14,82	1,049		T	1,1		P _f	0,27	
h	15,1		0	1"		L	0,3	120	P _t	6,56	q = 0
					1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	0	
d	15,1		14,82	1,049		T	1,8		P _f	0,441	
d		5,6				L			P _t	7,001	Keq = Q/√P = 5,6
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.31: Camino secundario 3-h-d

Fuente: elaboración propia

Paso 7.4. Calculo hidráulico del camino secundario 4-i-e

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
4	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=6,5m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 7 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 1,6 psi < 7 psi \wedge Pe = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
					1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	-0,71	
i	15,1		14,82	1,049		T	1,1		P _f	0,27	
i	15,1		0	1"		L	0,3	120	P _t	6,56	q = 0
					1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	0	
e	15,1		14,82	1,049		T	1,8		P _f	0,441	
e		5,6				L			P _t	7,001	Keq = Q/√P = 5,6
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.32: Camino secundario 4-i-e

Fuente: elaboración propia

Paso 7.5. Calculo hidráulico del camino secundario 5-j-f

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
5	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=6,5m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 7 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 1,6 psi < 7 psi \wedge Pe = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
j	15,1		14,82	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	-0,71	
						T	1,1		P _f	0,27	
j	15,1		0	1"		L	0,3	120	P _t	6,56	q = 0
f	15,1		14,82	1,049	1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	0	
						T	1,8		P _f	0,441	
f		5,6				L			P _t	7,001	Keq = Q/√P = 5,6
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.33: Camino secundario 5-j-f

Fuente: elaboración propia

Paso 7.6. Calculo hidráulico del camino secundario 12-q-r-CM3

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
12	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=9m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 9,72 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 3 psi < 7 psi \wedge Pe = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
q	15,1		14,82	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	-0,71	
						T	1,1		P _f	0,27	
q	15,1		0	1"		L	0,3	120	P _t	6,56	q = 0
r	15,1		14,82	1,049	1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	0	
						T	1,8		P _f	0,441	
r	15,1		0	1 ½"		L	1,81	120	P _t	7,001	Keq = Q/√P = 5,55
CM3	15,1		14,82	1,61	1T = 2,4	F	2,4	0,03044269	P _e	0	
						T	4,21		P _f	0,128	
CM3		5,55				L			P _t	7,129	
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.34: Camino secundario 12-q-r-CM3

Fuente: elaboración propia

Paso 7.7. Calculo hidráulico del camino secundario 8-l

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
8	14,6	5,6	15,5	1"		L	0,5	120	P _t	7,7	$As=14,2m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 15,5 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 7,7 psi$ $\wedge P_e = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
					1T = 1,5	F	1,5	0,26643597	P _e	-0,71	
I	15,1		15,5	1,049		T	2		P _f	0,533	
I	15,1	5,7				L			P _t	7,523	Keq = Q/ \sqrt{P} = 5,7
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.35: Camino secundario 8-l

Fuente: elaboración propia

Paso 7.8. Calculo hidráulico del camino secundario 9-m

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
9	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=8,2m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 8,9 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 2,6 psi < 7 psi$ $\wedge P_e = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
					1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	-0,71	
m	15,1		14,82	1,049		T	2		P _f	0,49	
m	15,1	5,7				L			P _t	6,78	Keq = Q/ \sqrt{P} = 5,7
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.36: Camino secundario 9-m

Fuente: elaboración propia

Paso 7.9. Calculo hidráulico del camino secundario 10-n

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
10	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=8,2m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 8,9 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 2,6 psi < 7 psi \wedge Pe = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
					1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	-0,71	
n	15,1		14,82	1,049		T	2		P _f	0,49	
n	15,1	5,7				L			P _t	6,78	Keq = Q/√P = 5,7
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.37: Camino secundario 10-n

Fuente: elaboración propia

Paso 7.10. Calculo hidráulico del camino secundario 11-o

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
11	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	$As=9m^2 \wedge q = As \times 1,08gpm/m^2 = 9,72 gpm \wedge P = (Q/K)^2 = 3 psi < 7 psi \wedge Pe = -0,5 \times 1,42 = -0,71 psi$
					1T = 1,5	F	1,5	0,24521577	P _e	-0,71	
o	15,1		14,82	1,049		T	2		P _f	0,49	
o	15,1	5,7				L			P _t	6,78	Keq = Q/√P = 5,7
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.38: Camino secundario 11-o

Fuente: elaboración propia

Paso 7.11. Calculo hidráulico del camino secundario 7-k-l-m-n-o-CM4

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
7	14,6	5,6	15,5	1"		L	0,5	120	P _t	7,7	As=14,2m ² ^ q = As x 1,08gpm/m ² = 15,5 gpm ^ P = (Q/K) ² = 7,7 psi ^ P _e = -0,5 x 1,42 = -0,71 psi
k	15,1		15,5	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,26643597	P _e	-0,71	
						T	1,1		P _f	0,293	
k	15,1		0	1"		L	4,3	120	P _t	7,283	q = 0
l	15,1		15,5	1,049		F	0	0,26643597	P _e	0	
						T	4,3		P _f	1,146	
l	15,1	5,7	16,55	1"		L	2,1	120	P _t	8,429	q = K√P = 16,55
m	15,1		32,05	1,049		F	0	1,02155342	P _e	0	
						T	2,1		P _f	2,145	
m	15,1	5,7	18,55	1 ¼"		L	2,3	120	P _t	10,57	q = K√P = 18,55
n	15,1		50,6	1,38		F	0	0,62535	P _e	0	
						T	2,3		P _f	1,438	
n	15,1	5,7	19,76	1 ½"		L	2	120	P _t	12,01	q = K√P = 19,76
o	15,1		70,36	1,61		F	0	0,54320857	P _e	0	
						T	2		P _f	1,086	
o	15,1	5,7	20,65	1 ½"		L	0,4	120	P _t	13,1	q = K√P = 20,65
CM4	15,1		91,01	1,61	1T = 2,4	F	2,4	0,87443733	P _e	0	
						T	2,8		P _f	2,448	
CM4		23,08				L			P _t	15,55	K _{eq} = Q/√P = 23,08
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.39: Camino secundario 7-k-l-m-n-o-CM4

Fuente: elaboración propia

Paso 7.12. Calculo hidráulico de la ruta crítica o camino principal 1-a-b-c-d-e-f-CM1-CM2-CM3-CM4-CM8-CM16-RC3-BOR

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
1	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _t	7	As=11,1m ² ^ q = As x 1,08gpm/m ² = 12 gpm ^ P = (Q/K) ² = 4,6 psi < 7 psi ^ Pe = -0,5 x 1,42 = -0,71 psi
a	15,1		14,82	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	-0,71	
						T	1,1		P _f	0,27	
a	15,1		0	1"		L	0,3	120	P _t	6,56	q = 0
b	15,1		14,82	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	0	
						T	0,9		P _f	0,221	
b	15,1		0	1"		L	4,3	120	P _t	6,78	q = 0
c	15,1		14,82	1,049		F	0	0,24521577	P _e	0	
						T	4,3		P _f	1,054	
c	15,1	5,6	15,7	1"		L	2,1	120	P _t	7,835	q = K√P = 15,7
d	15,1		30,5	1,049		F	0	0,93203865	P _e	0	
						T	2,1		P _f	1,957	
d	15,1	5,6	17,53	1 ½"		L	2,3	120	P _t	9,792	q = K√P = 17,53
e	15,1		48,03	1,38		F	0	0,56786223	P _e	0	
						T	2,3		P _f	1,306	
e	15,1	5,6	18,66	1 ½"		L	2	120	P _t	11,1	q = K√P = 18,66
f	15,1		66,7	1,61		F	0	0,49209236	P _e	0	
						T	2		P _f	0,984	
f	15,1	5,6	19,47	1 ½"		L	0,4	120	P _t	12,08	q = K√P = 19,47
CM1	15,1		86,17	1,61	1CN = 1,2	F	1,2	0,79035572	P _e	0	
						T	1,6		P _f	1,265	
CM1	15,1		0	1 ½"		L	0,3	120	P _t	13,35	q = 0
CM2	15,1		86,17	1,61		F	0	0,79035572	P _e	0	
						T	0,3		P _f	0,237	
CM2	15,1	5,64	20,8	2"		L	2,3	120	P _t	13,58	q = K√P = 20,8
CM3	15,1		106,97	2,067		F	0	0,34920658	P _e	0	
						T	2,3		P _f	0,803	
CM3	15,1	5,55	21,06	2 ½"		L	0,3	120	P _t	14,39	q = K√P = 21,06
CM4	15,1		128,03	2,469		F	0	0,20492968	P _e	0	
						T	0,3		P _f	0,061	
CM4	15,1	23,08	87,74	2 ½"		L	6,6	120	P _t	14,45	q = K√P = 87,74
CM8	15,1		215,77	2,469		F	0	0,53822219	P _e	0	
						T	6,6		P _f	3,552	
CM8	15,1		0	3"	CN = 2,1	L	18,3	120	P _t	18	q = 0
CM16	15,1		215,77	3,068	4CN = 8,4	F	8,4	0,18687609	P _e	0	
						T	26,7		P _f	4,99	
CM16	15,1		0	3 ½"		L	7,14	120	P _t	22,99	q = 0
RC	15,1		215,77	3,548	1CN = 2,4	F	2,4	0,09207021	P _e	0	
						T	9,54		P _f	0,878	
RC	15,1		0	6"	1GV + 1CK	L	14,8	120	P _t	23,87	q = 0 Pe = 14,8 x 1,42 = 21,02 psi
BOR	0,3		215,77	6,065	0,9 + 9,7	F	10,6	0,00676322	P _e	21,02	
					10,6	T	25,4		P _f	0,172	
BOR						L			P _t	45,06	215,8 gpm @ 45,1 psi en BOR
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.40: Camino principal (Ruta crítica)

Fuente: elaboración propia

En el Anexo A, en la Figura A.5 se muestra la Figura 4.40 nuevamente en la hoja de trabajo detallada que solicita la NFPA 13.

El sistema de rociadores automáticos requiere un flujo y presión mínimas de 215.8 gpm @ 45.1 psi. Luego de hacer el cálculo hidráulico de la presión y el flujo para el sistema de rociadores se debe añadir la asignación para chorros de mangueras que se le debe sumar a la base del *Riser* (nodo NOR). El flujo para la asignación de mangueras se suma al flujo requerido sin cambiar la presión mínima requerida.

Los requisitos de la asignación de mangueras para riesgo leve se muestran en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5: Requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente

Ocupación	Mangueras interiores		Total combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
	Gpm	L/m	Gpm	L/m	
Riesgo leve	0, 50, ó 100	0, 189, 379	100	379	30
Riesgo ordinario	0, 50, ó 100	0, 189, 379	250	946	60 - 90
Riesgo extra	0, 50, ó 100	0, 189, 379	500	1893	90 - 120

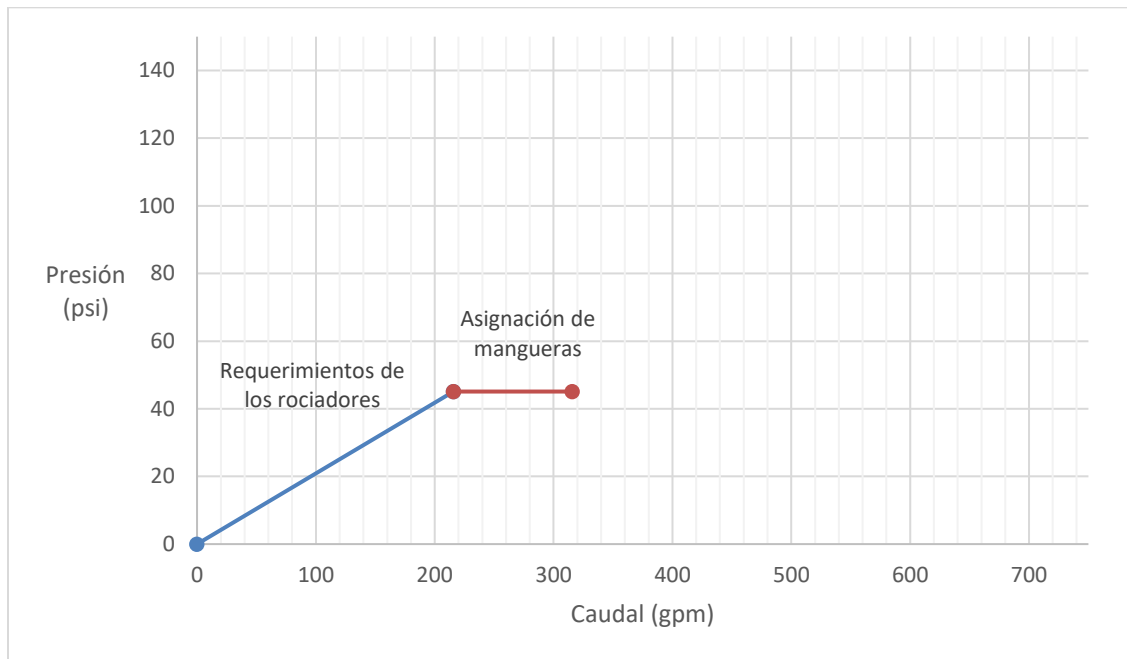
Fuente: Tabla 11.2.3.1.2 NFPA 13, edición 2013 en español

Finalmente se tienen que los resultados son los siguientes:

Requerimiento del sistema de rociadores:	215,8 gpm	@ 45,1 psi
Asignación de mangueras:	+100 gpm	

Total requerido de flujo y presión:	315,8 gpm	@ 45,1 psi
--	------------------	-------------------

Seguido se muestra el grafico de caudal vs presión en la Figura 4.41.



MS Excel

Figura 4.41: Gráfico de los requerimientos del sistema de rociadores

Fuente: elaboración propia

Diseño de la soportería y arriostramiento para el sistema de tuberías de los rociadores.

El diseño de la soportería y arriostramiento del sistema de tuberías de los rociadores automáticos se hace en base al capítulo 9 de la NFPA 13 (edición 2013).

El punto 9.1 (Soportes) indica que los soportes deben ser listados y de material ferroso.

Tomando del Handbook de la NFPA 13 (treceava edición) en el mismo apartado se extrae que los componentes de arriostramiento contra balanceo diferentes a tuberías, angulares, pletinas y varillas deben ser listados. En estos componentes

se incluyen los accesorios del montaje porque cualquier soporte es tan fuerte como su elemento más débil.

Según 9.1.1.4.1 a menos que esté permitido explícitamente por norma, todos los componentes de los conjuntos de soportes que se sujeten directamente al tubo o a la estructura del edificio deben estar listados.

Según 9.1.1.4.2 debe permitirse que los soportes de acero dulce formados a partir de varillas no estén listados. Lo anterior se refiere a pernos, pernos en U, tornillos, arandelas, tuercas, tuercas de seguridad y similares.

Según 9.1.1.4.3 debe permitirse que los sujetadores, como se especifica en 9.1.3 (sujetadores en concreto), 9.1.4 (sujetadores en metal) y 9.1.5 (sujetadores en madera), no estén listados. Lo anterior se refiere a pernos, tornillos, clavos.

Según 9.1.1.4.4 deben permitirse otros sujetadores, que hayan sido ensayados, listados e instalados de acuerdo con los requisitos del listado, como parte del conjunto de soporte.

Del punto 9.1.1.8, se extrae que, no deben utilizarse las tuberías de los rociadores o sus soportes para sostener componentes ajenos al sistema.

El tema de los arriostres y soportería es todo un mundo aparte que viene dentro de la NFPA 13, por tal razón, la siguiente información mostrada fue tomada del seminario de protección sísmica para sistemas de rociadores impartido en Costa Rica el 21 de agosto del 2018 en el Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales (CIEMI) por el Ing. Manuel Carillo de la empresa multinacional CADDY, al que asistió el autor de este trabajo.

Se deben utilizar acoplamientos flexibles o ensambles constructivos en las tuberías, localizadas en los puntos críticos donde es deseable que existan movimientos diferenciales.

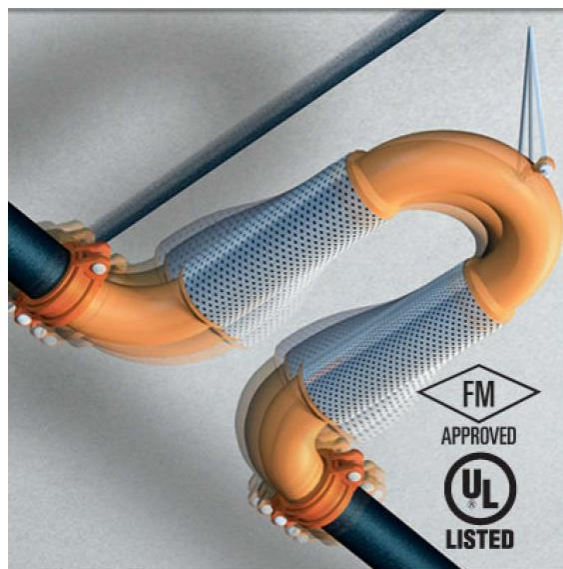


Figura 4.42: Ensamble constructivo para juntas sísmicas

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

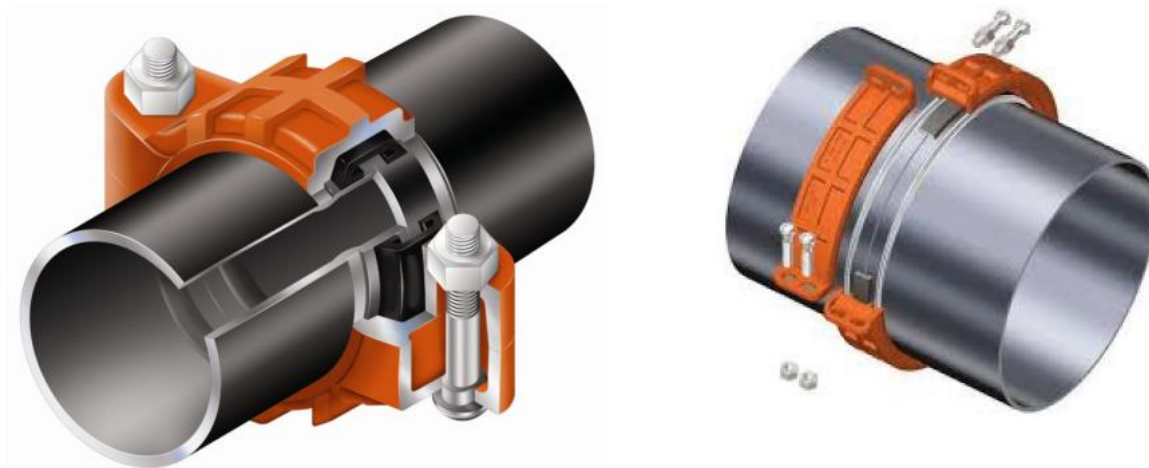


Figura 4.43: Acople flexible

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Se deben permitir espacios libres entre las tuberías y las estructuras que eventualmente atraviesen para minimizar los daños potenciales por impacto. Según la NFPA 13 se debe dejar un espacio libre, tal que el diámetro de los orificios sea de 2 pulgadas mayor que la tubería para tuberías de 1½" hasta 3½" y el diámetro del espacio libre debe ser de 4 pulgadas mayor que la tubería para tuberías de diámetro nominal de 4" o mayores.

Por norma, los elementos de soporte deben colocarse a un ángulo medido desde la vertical de 30° como mínimo y preferentemente de 45° o más.

Los soportes deben ser capaces de resistir tanto esfuerzos a tensión como compresión, protegiendo a la tubería en ambas direcciones. Por eso se denominan soportes sísmicos de 2 vías.

Al respecto de los casos donde se requiere de *soportes sísmicos laterales*, se tiene que son requeridos en:

- Tuberías Principales de Alimentación (Feed Main) y Transversales (Cross Main) independientemente de su diámetro (Sway Bracing)
- Ramales de rociadores a partir de diámetro de 2½" y mayores
- Los ramales de menos de 2½" de diámetro requieren de Soportería para Restricción Sísmica (Branch Line Restraint)
- Tanto en tuberías principales como en ramales a no más de 1.80 m (6 ft) del final
- En la longitud final de tuberías de alimentación y transversales después del último ramal de rociadores

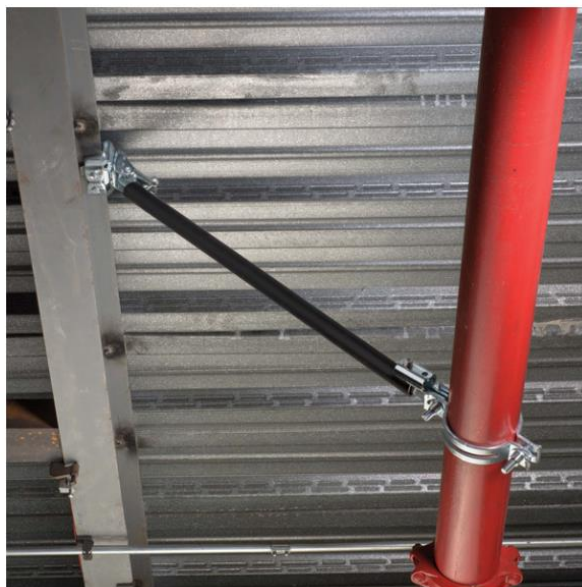


Figura 4.44: Soporte sísmico lateral

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Espaciados a máximo de 12 m (40 ft) y verificando que la capacidad de carga de los componentes del soporte sísmico sea suficiente para resistir los esfuerzos horizontales correspondientes, véase la siguiente figura.

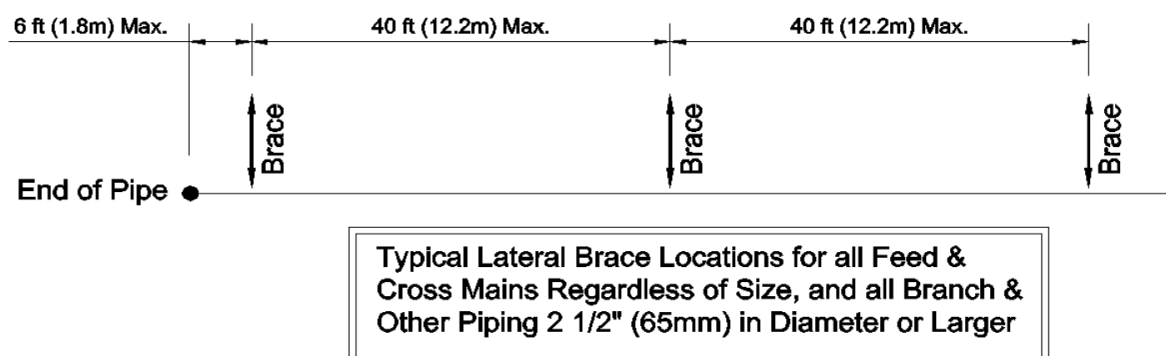


Figura 4.45: Espaciado de los soportes sísmicos laterales

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Un soporte lateral instalado a 60 cm (2 ft) o menos del eje central de otra tubería que cruce en forma perpendicular, puede actuar como *soporte longitudinal* para ésta última, siempre y cuando el diámetro de la tubería donde esté colocado el

soporte lateral sea mayor o igual al de la tubería que cruza en forma perpendicular.

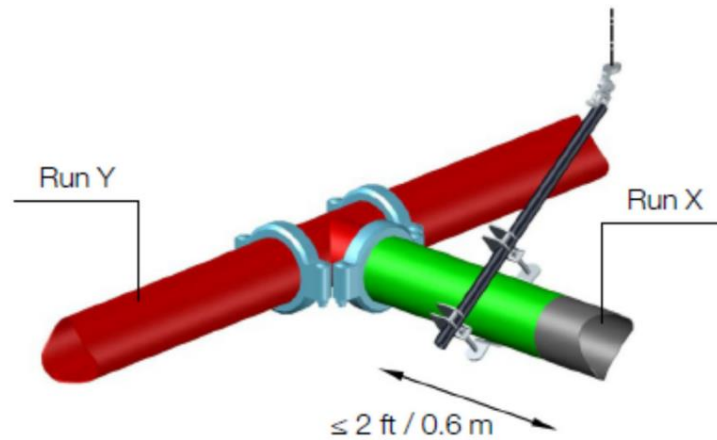


Figura 4.46: Soporte lateral actuando como soporte longitudinal para otra tubería de diámetro menor o igual

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Al respecto de los casos donde se requiere de *soportes sísmicos longitudinales*, se tiene que son requeridos en:

- Tuberías Principales de alimentación y transversales independientemente de su diámetro (Sway Bracing)
- Dentro de los últimos 12 m (40 ft) al final de una tubería principal



Figura 4.47: Soporte sísmico longitudinal

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Espaciados a un máximo de 24 m (80 ft) y verificando que la capacidad de carga de los componentes del soporte sísmico es suficiente para resistir los esfuerzos horizontales correspondientes, véase la siguiente figura.

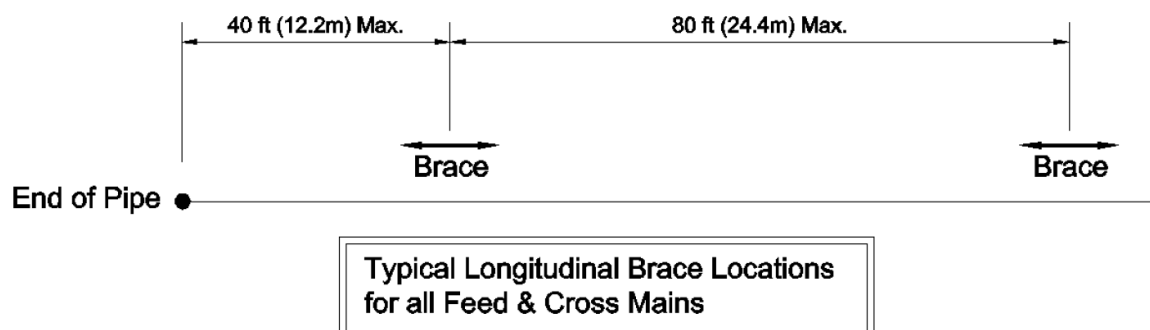


Figura 4.48: Espaciado de los soportes sísmicos longitudinales

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Un Soporte Longitudinal instalado a 60 cm (2 ft) o menos del eje central de otra tubería que cruce en forma perpendicular, puede actuar como *soporte lateral* para ésta última, siempre y cuando el diámetro de la tubería donde esté colocado el

soporte longitudinal sea mayor o igual al de la tubería que cruza en forma perpendicular.

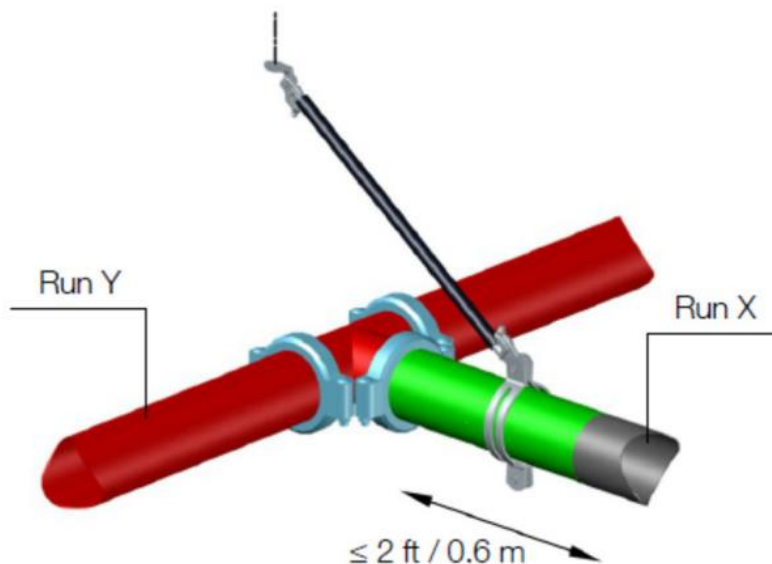


Figura 4.49: Soporte longitudinal actuando como soporte lateral para otra tubería de diámetro menor o igual

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Al respecto de los casos donde se tienen *cambios de dirección*, debe requerirse lo siguiente:

- Se requerirá protección lateral y longitudinal en aquellos tramos de tubería adyacentes a cambios de dirección de tuberías principales, cuya longitud sea mayor a 3.60 m (12 ft)

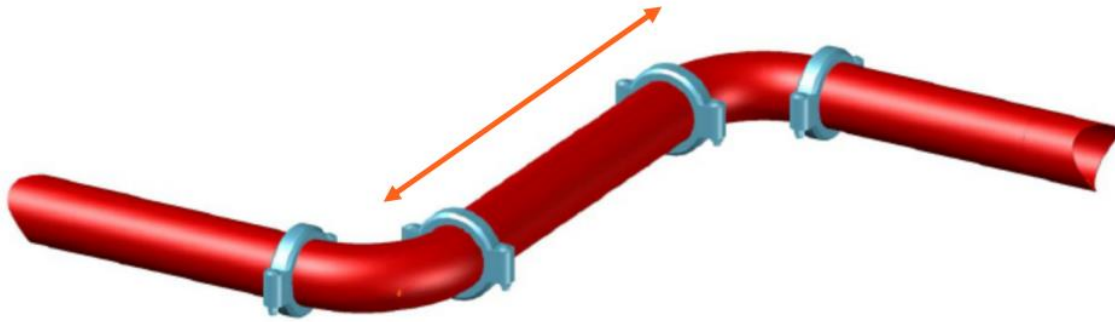


Figura 4.50: Arriostres laterales y longitudinales en cambios de dirección

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

- Los soportes laterales y longitudinales para protección de las tuberías adyacentes en cambios de dirección se deben colocar a máximo 60 cm (2 ft) del cambio de dirección.

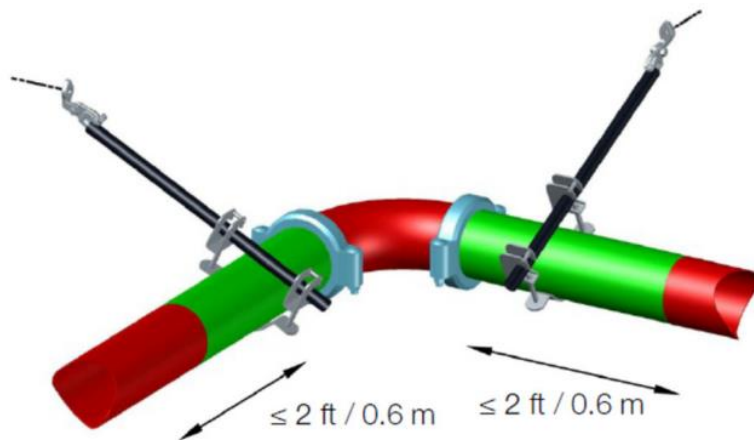


Figura 4.51: Arriostramiento en los cambios de dirección

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Al respecto de los casos donde se requiere de *soportes sísmicos para tuberías verticales*, se tienen las siguientes condiciones:

- En las tuberías verticales deben colocarse soportes sísmicos de 4 vías, llamado así pues su función es proteger las tuberías verticales en 4 direcciones. Se compone de dos soportes laterales independientes ubicados en el mismo punto

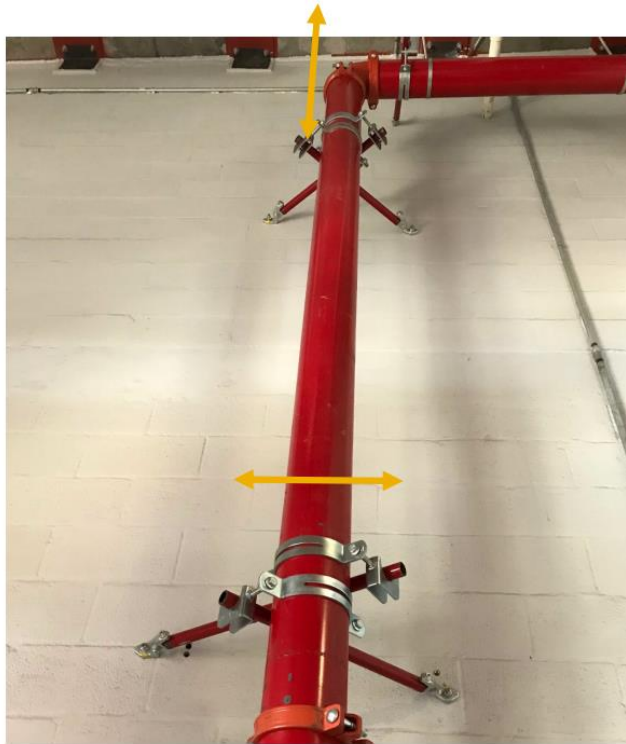


Figura 4.52: Soporte sísmico de 4 vías para tuberías verticales

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

- En el extremo superior de la tubería vertical donde cambie la dirección horizontal, ubicado a máximo de 90 cm (3 ft) del cambio de dirección.

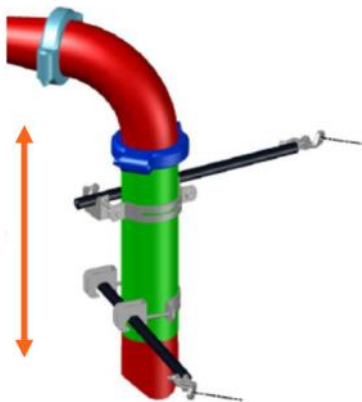


Figura 4.53: Soporte sísmico de 4 vías en el extremo superior de las tuberías verticales

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

- Puede colocarse en la tubería horizontal siempre y cuando se ubique a máximo de 60 cm (2 ft) del eje central de la vertical.

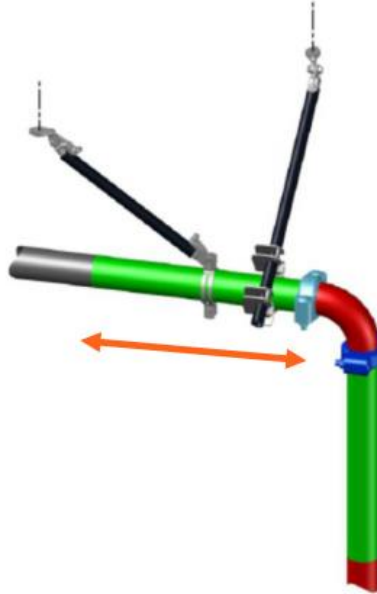


Figura 4.54: Soporte sísmico de 4 vías colocado en la tubería horizontal de la tubería vertical

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

- Verificando que la capacidad de carga de los componentes del soporte sísmico sea suficiente para los esfuerzos calculados, espaciar los soportes a un máximo de 7.60 m (25 ft) según NFPA 13.

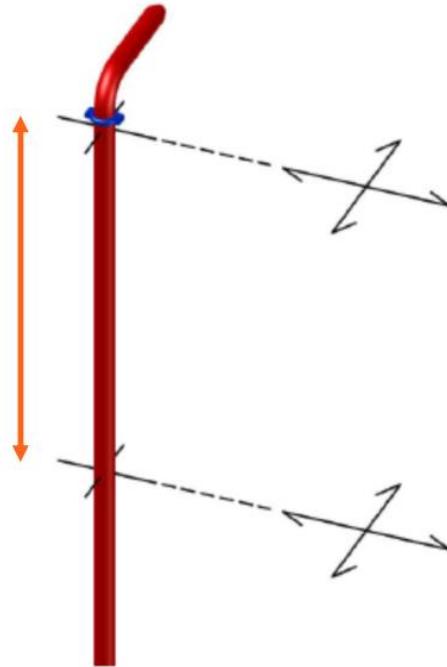


Figura 4.55: Espaciado de los soportes sísmicos de 4 vías

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

- Para el caso de edificios de varios niveles será requerido colocar soportes de 4 vías en cada uno de los niveles donde la tubería vertical alimente a una tubería principal horizontal, a menos que el espacio libre entre la tubería vertical y la losa sea menor al mínimo recomendado conforme a la Norma.

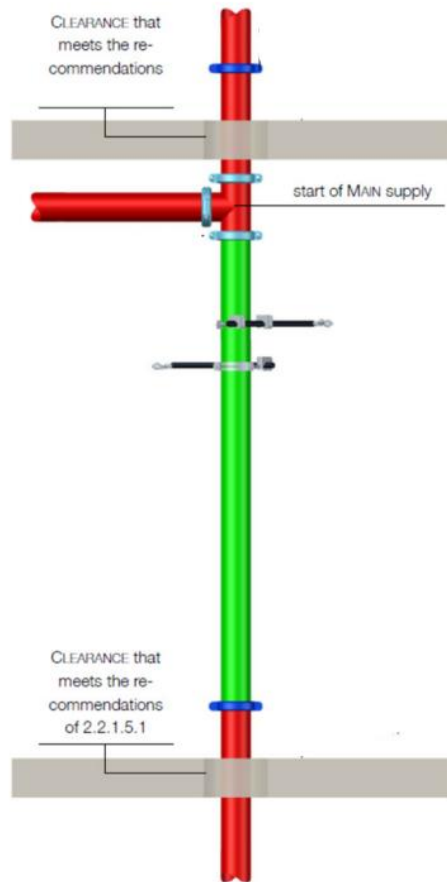


Figura 4.56: Soporte de 4 vías en varios niveles

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

Al respecto de los casos donde se requiere de *soportes para la restricción de ramales*, se tiene que son requeridos en:

- Los ramales de menos de 2½" de diámetro requieren de soportería para restricción sísmica en sentido lateral (Branch Line Restraint). Se entiende como una protección para evitar movimientos diferenciales, pero de menor grado
- A no más de 60 cm (2 ft) del último arreglo de suspensión del ramal, ni más de 1.80 m (6 ft) del final del ramal



Figura 4.57: Soporte para la restricción de ramales

Fuente: Seminario protección sísmica para rociadores, CADDY

- Los soportes deben espaciarse conforme a un tabulador de la NFPA 13, en la cual se determinan los intervalos máximos dependiendo del diámetro de la tubería del ramal y el valor del coeficiente sísmico
- No es requerido ningún cálculo adicional, solamente asegurarse de emplear los tipos de dispositivos permitidos en la Norma

Sobre el cálculo de la fuerza horizontal que indica la norma se debe saber lo siguiente:

$$F = W \times C$$

donde:

F es la Fuerza Horizontal

W es el valor del peso de las tuberías llenas de agua e incrementado un 15%

C es el coeficiente sísmico expresado en porcentaje de la fuerza de gravedad, correspondiente a la ubicación geográfica del proyecto

Teniendo en cuenta todo lo anterior se puede proceder a realizar el diseño de la soportería y arriostres del sistema de tuberías de los rociadores, pero este ejercicio se va a dejar para el final de este escrito cuando se compruebe el cálculo hidráulico mediante un software para tal fin, porque los planos finales con la soportería serán presentados con la ayuda del software.

4.4. Diseño del sistema de tubería vertical

Al iniciar el diseño de la tubería vertical y de las asignaciones para mangueras, deben seguirse todos los pasos que dicta la NFPA 14, *Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras*, muchos de los que ya se conocen por la similitud de los requisitos con la NFPA 13.

Antes de iniciar con el proceso de diseño de este apartado, se quiere mostrar un comentario tomado del Handbook de la NFPA 13 treceava edición, refiriéndose a los requerimientos del sistema que deben usarse según lo que dicta el artículo 11.1.6.4 de la NFPA 13, edición 2013.

Para un edificio completamente protegido por rociadores, que utiliza la combinación de tuberías verticales para gabinetes (standpipe) y rociadores, la demanda de presión y flujo para el sistema de tubería vertical puede, en la mayoría de los casos, exceder la demanda del sistema de rociadores. Cuando la demanda del sistema de tubería vertical supera la demanda del sistema de rociadores, la demanda total de agua para calcular hidráulicamente el tamaño de las tuberías verticales combinadas (riser) se determina utilizando solo NFPA 14. Sin embargo, el sistema general de rociadores todavía se calcula según lo determinado por la NFPA 13. En los casos en que se determina que la demanda del sistema de rociadores es mayor que la demanda de tubería vertical (standpipe), se debe usar la demanda del sistema de rociadores según lo determinado por la NFPA 13.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede observar que la intención es que cuando la demanda de agua sea mayor por el cálculo de la NFPA 14, entonces este es el valor que debe tomarse para los cálculos del *Riser* aguas arriba.

El diseño del sistema de tubería vertical (standpipe) y mangueras para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica se va a basar en los criterios de diseño que dicta la NFPA 14, *Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras*, Edición 2010 en español, cualquier artículo que se use de referencia en esta parte de este escrito deberá entenderse que se refiere a la norma anterior en esa edición, salvo que se indique lo contrario.

En el capítulo 3, como es usual en toda la normativa NFPA, tenemos las definiciones y es necesario tomar algunos términos específicos para evitar confusiones durante el proceso de diseño.

3.3.1 Línea Derivada. Un sistema de tubería, generalmente en un plano horizontal, conectado a no más de una conexión de manguera con una tubería vertical.

3.3.6 Estación de Manguera. Una combinación de bastidor para manguera, boquilla para manguera, manguera y conexión de manguera.

3.3.8.1 Presión de Boquilla. Presión requerida en la entrada de una boquilla para producir las características de descarga de agua deseadas.

3.3.8.2 Presión Residual. Para sistemas de tubería vertical, la presión actuando en un punto del sistema con un flujo que está siendo entregado.

3.3.8.3 Presión Estática. Para sistemas de tubería vertical, la presión que actúa sobre un punto en la instalación en condiciones de no flujo desde el sistema.

3.3.9 Dispositivo de Regulación de Presión. Un dispositivo diseñado con el propósito de reducir, regular, controlar, o restringir la presión de agua.

3.3.9.1 Dispositivo de Restricción de Presión. Una válvula o dispositivo diseñado con el propósito de reducir la presión del agua aguas abajo solo bajo condiciones de flujo (residual).

3.3.9.2 Válvula de Control de Presión. Una válvula de reducción de presión operada por piloto diseñada con el propósito de reducir la presión de agua aguas abajo a un valor específico tanto bajo condiciones de flujo (residual) y sin flujo (estático).

3.3.9.3 Válvula de Reducción de Presión. Una válvula diseñada con el propósito de reducir la presión de agua aguas abajo bajo condiciones con flujo (residual) y sin flujo (estático).

3.3.11 Tubería Vertical. El sistema de tubería vertical que entrega el suministro de agua para conexiones de manguera, y para rociadores en sistemas combinados, verticalmente, piso a piso.

3.3.11.1 Tubería Vertical Horizontal. La parte horizontal del sistema de tubería que entrega el suministro de agua para dos o más conexiones de manguera, y para rociadores o sistemas combinados, sobre un solo nivel.

3.3.12.3 Sistema Combinado. Un sistema de tubería vertical que supe conexiones de manguera y rociadores automáticos.

3.3.14.1 Sistema Clase I. Un sistema que provee conexiones de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) para suministrar agua para uso de bomberos.

3.3.14.2 *Sistema Clase II.* Un sistema que provee estaciones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) para suministrar agua para uso primario de personal entrenado o por los bomberos durante la respuesta inicial.

3.3.14.3 *Sistema Clase III.* Un sistema que provee estaciones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) para suplir agua para uso por personal entrenado y conexiones de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) para suministrar un gran volumen de agua para uso por los bomberos.

En el capítulo 4, tenemos los requerimientos para los componentes del sistema de tubería vertical y hardware, del que se desprende que:

Toda la tubería expuesta debe ser metálica según 4.2. No deben usarse juntas roscadas para tuberías de diámetro nominal mayor a 2 pulgadas (50 mm). Todas las juntas y uniones diferentes a las roscadas deben ser listadas.

El artículo 4.8 define los componentes que debe tener la conexión para el cuerpo de bomberos del sistema. La Figura 4.58 muestra ejemplos de una conexión del cuerpo de bomberos.



Figura 4.58: Ejemplos de la conexión para el cuerpo de bomberos

Fuente: Internet

El capítulo 6, *Requisitos de instalación*, en su artículo 6.1.2.2 indica que: Las tuberías principales de alimentación, tuberías verticales, tuberías horizontales y líneas de derivación alimentadas por tuberías verticales deben estar ubicadas en escaleras de salida cerradas o protegidas por un grado de resistencia al fuego igual a aquel requerido para escaleras encerradas de salida en el edificio en el cual ellas están localizadas.

El artículo 6.1.2.5 indica que: Para minimizar o evitar roturas de tubería donde se está sujeto a terremotos, los sistemas de tubería vertical deben protegerse en concordancia con el capítulo 9, *Soportaría y arriostramiento*, de la NFPA 13.

El artículo 6.3.7, refiriéndose a la supervisión de las válvulas del sistema indica lo siguiente:

Las válvulas de suministro de agua al sistema, válvulas de control de aislamiento y otras válvulas en alimentadores principales deben ser supervisadas de una manera apropiada en posición abierta por uno de los métodos siguientes:

- Una estación central, propietario o estación remota de servicio de señalización.
- Un servicio de señalización local que inicie una señal audible en una instalación constantemente atendida.
- Aseguramiento de válvulas en posición de abiertas.
- Sellado de válvulas y un registro de inspección semanal aprobado donde las válvulas están localizadas dentro de encerramientos cercados bajo el control del propietario.

El artículo 6.4.5.4 indica que: Las conexiones de bomberos deben estar ubicadas a no más de 100 pies (30.5 m) del hidrante de incendios más cercano conectado a un suministro de agua aprobado.

El capítulo 7, *Diseño*, es fundamental para este trabajo, pues es donde se reúnen los criterios de diseño que se deben cumplir para un sistema de tubería vertical y mangueras.

El artículo 7.2.3, *Presión máxima en las conexiones de manguera*, indica lo siguiente:

Donde la presión residual en una salida de 1½ pulgadas (40 mm) sobre una conexión de manguera disponible para uso de personal entrenado excede 100 psi (6.9 bares), debe ser provisto un dispositivo de regulación de presión aprobado para limitar la presión residual al flujo requerido por la sección 7.10 a 100 psi (6.9 bares).

Donde la presión estática en una conexión de manguera excede 175 psi (12.1 bares), debe ser provisto un dispositivo de regulación de presión aprobado para limitar las presiones estática y residual a la salida de la conexión de manguera a 100 psi (6.9 bares) para conexiones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) disponibles para uso de personal entrenado y 175 psi (12.1 bares) para otras conexiones de manguera.

El punto 7.3, refiriéndose a las ubicaciones de las conexiones de mangueras, muestra lo siguiente para cada clase de sistema:

Ubicación de sistemas Clase I.

Los sistemas Clase I deben estar provistos con conexiones de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) en las instalaciones siguientes:

- En el descanso más alto entre niveles de piso en todas las escaleras de salida requeridas.

- En cada lado del muro adyacente a las aberturas de salida de las salidas horizontales.
- En edificios que no sean galerías cubiertas, en cada pasadizo de salida a la entrada de las áreas del edificio al pasadizo.
- En edificios de galería cubierta, a la entrada de cada pasadizo de salida o corredor de salida y en el lado interior de entradas públicas desde el exterior a la galería.
- En el descanso más alto de escaleras con acceso de escalera a un techo, o sobre techos con un desnivel de menos de 4 en 12 donde las escaleras no dan acceso al techo.

Ubicación de sistemas Clase II.

Los sistemas Clase II deben estar provistos con estaciones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) de modo que todas las partes de cada nivel de piso del edificio estén dentro de 130 pies (39.7 m) de una conexión de manguera provista con manguera de 1½ pulgadas (40 mm) o dentro de 120 pies (36.6 m) de una conexión de manguera provista con manguera de menos de 1½ pulgadas (40 mm).

Las distancias de recorrido deben ser medidas a lo largo de la ruta de recorrido originada en la conexión de manguera.

Ubicación de sistemas Clase III.

Los sistemas Clase III deben ser provistos con conexiones de manguera como lo requieren los sistemas Clase I y Clase II.

La limitación de distancia de recorrido de 130 pies (39.7 m) no aplica a sistemas Clase III.

Sobre el número de las tuberías verticales requeridas del sistema, el punto 7.4 indica que deben proveerse tuberías verticales separadas en cada escalera de salida requerida.

Sobre los tamaños mínimos para tuberías verticales, el punto 7.6 indica que las tuberías verticales Clase I y Clase III deben ser de al menos 4 pulgadas (100 mm). Las tuberías verticales que son parte de un sistema combinado deben tener al menos un diámetro nominal de 6 pulgadas (150 mm) o de 4 pulgadas para sistemas calculados hidráulicamente según NFPA 13. Las líneas de derivación deben dimensionarse con base en los criterios hidráulicos, pero no serán menores de 2½ pulgadas (65 mm).

El artículo 7.8.1, *Presión mínima en las conexiones de manguera*, indica lo siguiente: Los sistemas de tubería vertical diseñados hidráulicamente deben estar proyectados para proveer la tasa de flujo de agua requerida por la sección 7.10 a una presión residual mínima de 100 psi (6.9 bares) en la salida de la conexión de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) hidráulicamente más remota y 65 psi (4.5 bares) en la salida de la estación de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) hidráulicamente más remota.

En la sección 7.10 se recogen los requerimientos de las tasas de flujo que se debe tener por cada tipo de sistema, tal como se muestra a continuación:

Sistemas Clase I y Clase III

Para sistemas Clase I y Clase III, la tasa de flujo mínima para la tubería vertical hidráulicamente más remota debe ser de 500 gpm (1893 L/min), a través de dos salidas de 2½ pulgadas (65 mm) más remotas.

- Requisitos de cálculo hidráulico.

Los cálculos hidráulicos y los tamaños de las tuberías para cada tubería vertical deben estar basados en la provisión de 250 gpm (946 L/min) en las dos conexiones de manguera hidráulicamente más remotas en la tubería vertical y en la salida más alta de cada una de las otras tuberías verticales a la presión residual mínima requerida.

- Sistemas combinados.

Para un edificio protegido totalmente por un sistema de rociadores automáticos aprobado, debe permitirse también que la demanda del sistema establecida por las tasas de flujo acá mostradas también sirva al sistema de rociadores.

No debe ser requerida una demanda separada para rociadores.

Sistemas Clase II

Para sistemas Clase II, la tasa de flujo mínima para la conexión de manguera hidráulicamente más remota debe ser 100 gpm (379 L/min).

No debe ser requerido flujo adicional donde es provista más de una conexión de manguera.

- Requisitos de cálculo hidráulico.

Los cálculos hidráulicos y dimensiones de tuberías para cada tubería vertical deben basarse en proveer 100 gpm (379 L/min) en la conexión de manguera hidráulicamente más remota en la tubería vertical a la presión mínima residual requerida.

El apartado 7.10.3 muestra las tasas de flujo máximas para conexiones individuales que se deben tomar para efecto del cálculo, el cual indica que:

- El flujo máximo requerido desde una conexión de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) debe ser 250 gpm (946 L/min).
- El flujo máximo requerido desde una conexión de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) debe ser 100 gpm (379 L/min).

El artículo 7.10.4 refiriéndose a la demanda de mangueras para sistemas de rociadores, indica que: No es requerido que la demanda de mangueras de un sistema de rociadores, en edificios totalmente dotados con rociadores, sea agregada a los cálculos de tubería vertical.

El capítulo 8, *Cálculos y planos*, indica cómo se deben realizar los cálculos y cómo se debe de presentar la información en los mismos a la autoridad competente, lo cual es muy similar a como se hizo el cálculo para el sistema de rociadores.

La sección 8.3 resume cómo se debe de llevar a cabo los procedimientos de cálculo hidráulico. De la misma se desprende el artículo 8.3.1.2, vital para el cálculo hidráulico, que indica que los cálculos deben comenzar en la salida de cada conexión de manguera y deben incluir la pérdida por fricción para la válvula de manguera y cualquier tubería conectora desde la válvula de manguera a la tubería vertical.

Las pérdidas por fricción se realizan igual que para el procedimiento de los rociadores, mediante la fórmula de Hazen-Williams ya explicada y la tabla de longitud equivalente para accesorios.

El capítulo 9 trata de los suministros de agua para el sistema, del que se tiene que los sistemas de tubería vertical deben ser fijados a un suministro de agua aprobado capaz de suplir la demanda del sistema. Del mismo se desprende que:

- El suministro de agua mínimo para sistemas Clase I y Clase III debe ser capaz de proveer la demanda del sistema establecida por al menos 30 minutos.
- El suministro mínimo para sistemas Clase II debe ser capaz de proveer la demanda del sistema establecida por al menos 30 minutos.

Distribución del sistema de gabinetes y tomas de manguera.

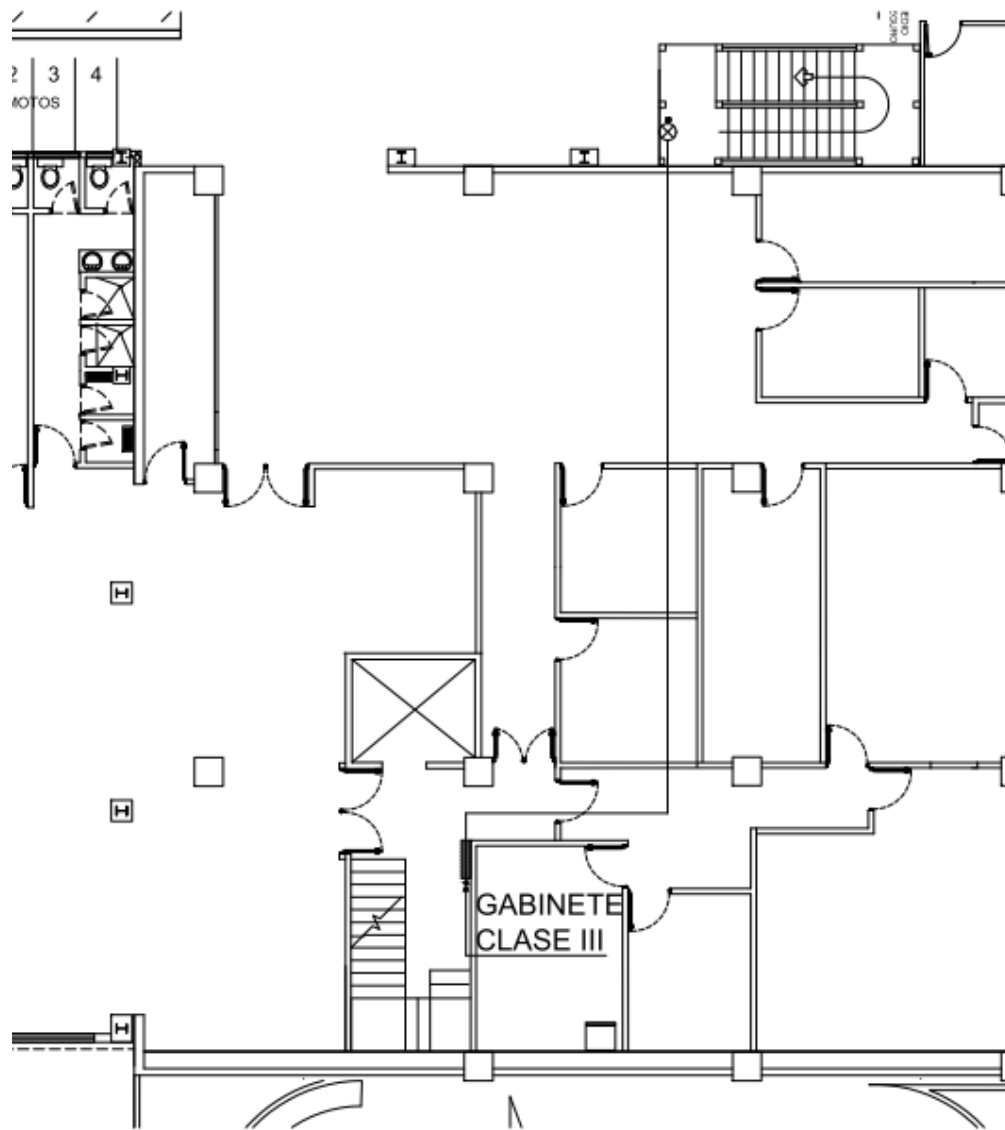
Teniendo en cuenta todo lo anterior se puede proceder a realizar la distribución de los gabinetes de mangueras en el edificio. Cabe mencionar, que el edificio contaba con 3 gabinetes clase II en los descansos de las escaleras internas, pero no están conectados a ninguna fuente de agua y son gabinetes con accesorios muy antiguos, además ya se retiró por completo el que se ubicaba en del nivel III, por lo que no se van a contemplar para este diseño.

Los gabinetes existentes restantes serán retirados por la administración como ya se hizo en el nivel III, con la salvedad que las ubicaciones donde estaban estos serán utilizados para los nuevos gabinetes en nivel I y nivel II y se dotara de gabinetes, en las ubicaciones mostradas en las siguientes figuras, a los niveles I y III. Las ubicaciones cumplen con la distancia de recorrido de 130 pies (39.7 m) para sistemas Clase II.

Además de lo anterior, como se había mencionado, se va a dotar al diseño de una conexión para mangueras de 2½ pulgadas (65mm) en el *Riser* por cada nivel, ubicada en el descanso superior de la escalera de emergencia.

La distribución propuesta para los gabinetes de mangueras y tomas de mangueras se muestra a continuación para todos los niveles:

Sótano

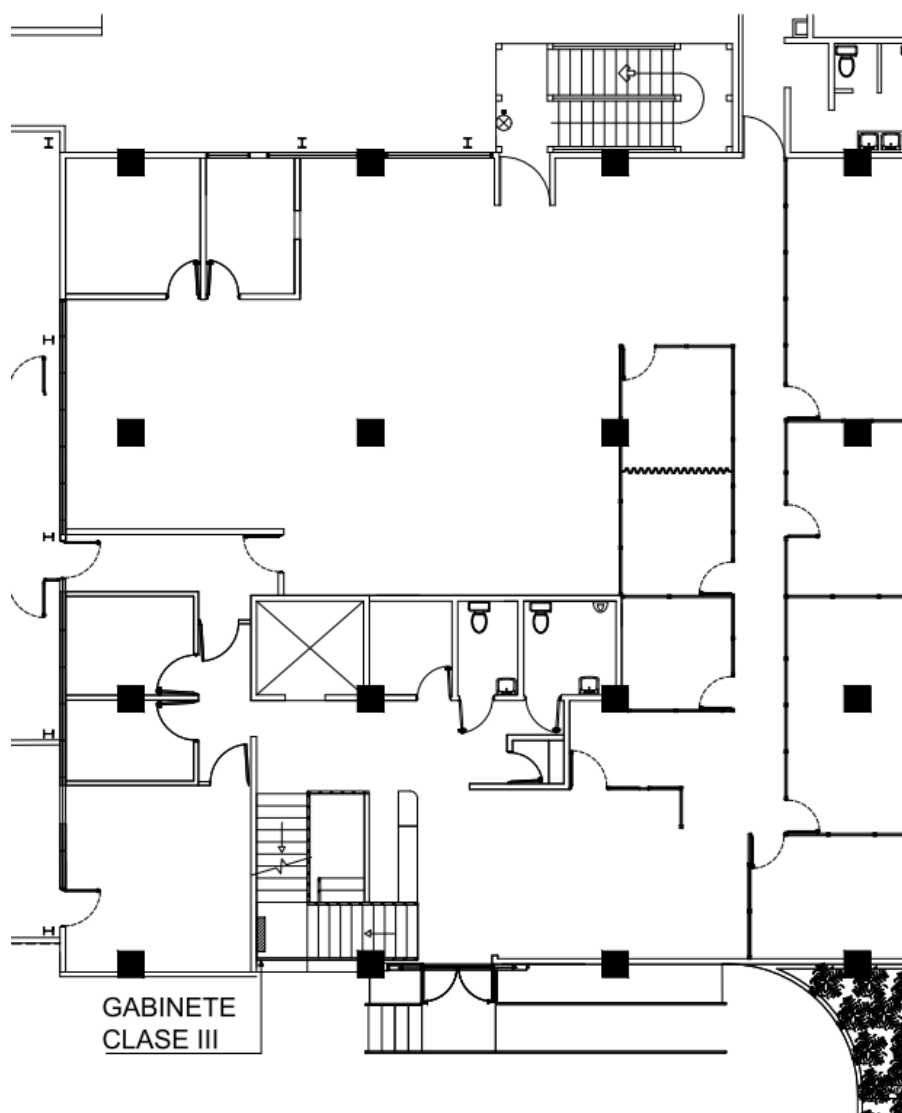


AutoCAD

Figura 4.59: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el sótano

Fuente: elaboración propia

Nivel I

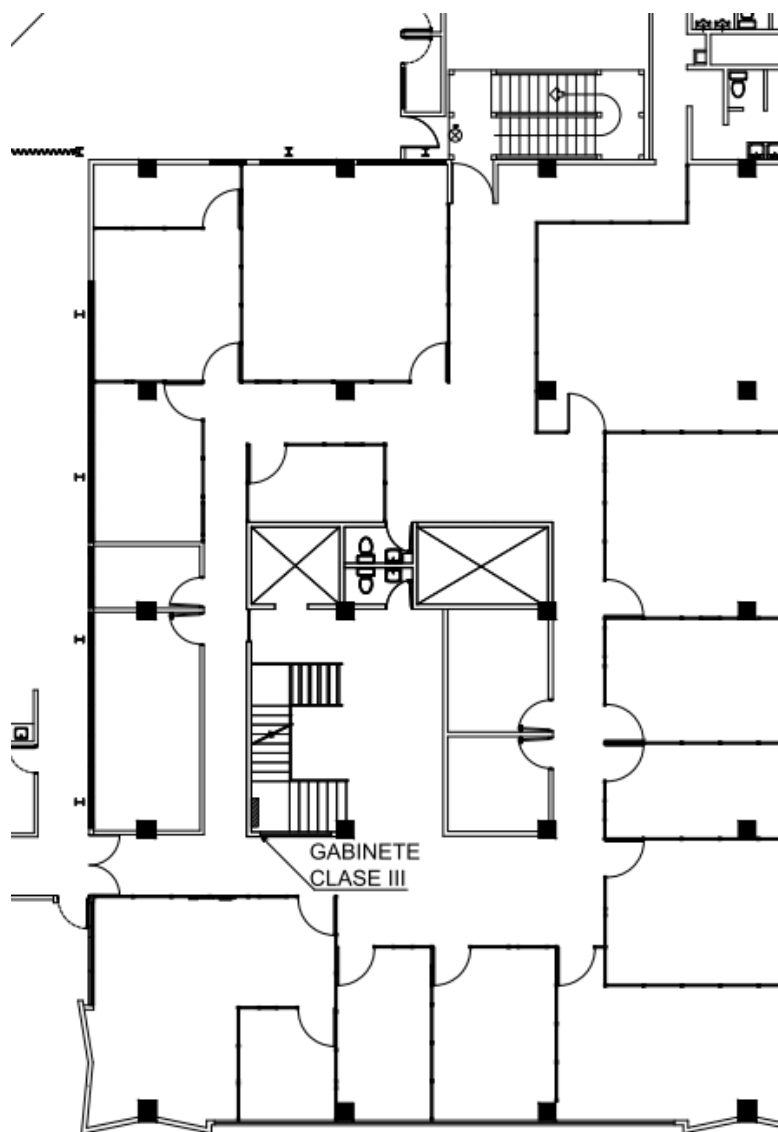


AutoCAD

Figura 4.60: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el nivel I

Fuente: elaboración propia

Nivel II

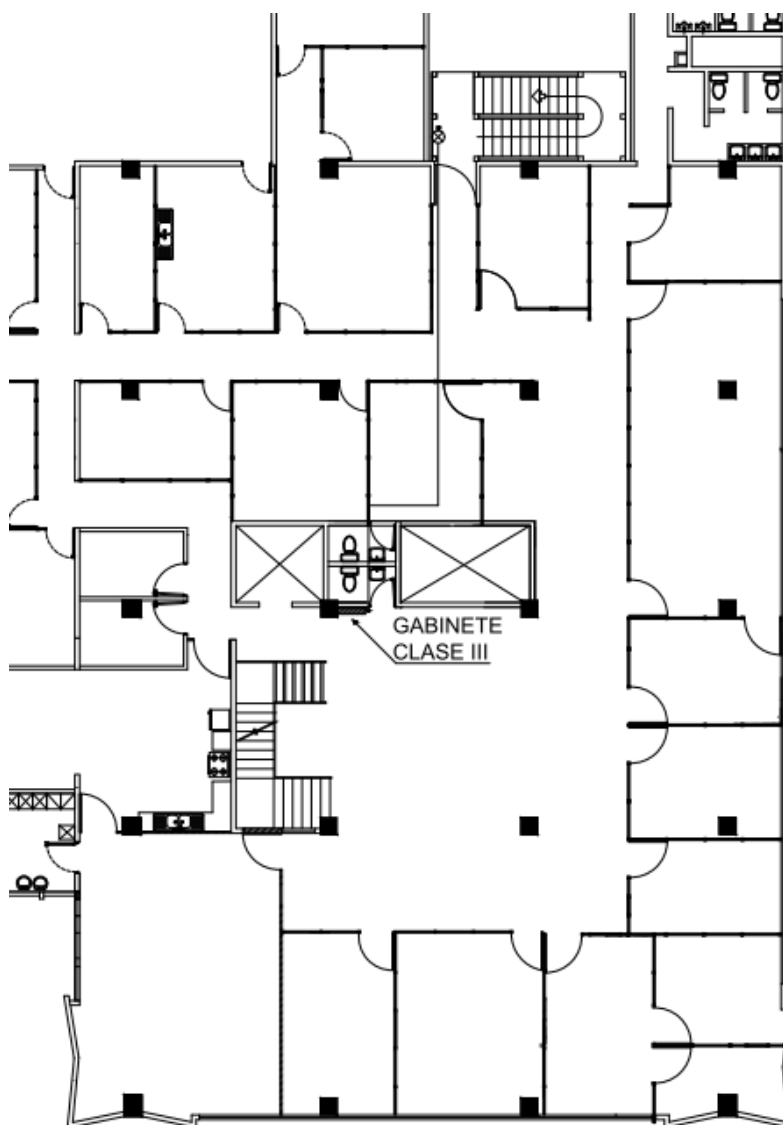


AutoCAD

Figura 4.61: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el nivel II

Fuente: elaboración propia

Nivel III



AutoCAD

Figura 4.62: Ubicación del gabinete y toma de bomberos en el nivel III

Fuente: elaboración propia

Cálculo hidráulico del sistema de tubería vertical y mangueras.

El cálculo hidráulico se realizará solamente para el nivel III, ya que los niveles inferiores son simétricos a este nivel y se sabe del cálculo del sistema de los rociadores que, por la altura geométrica, este es el punto de mayor demanda hidráulica.

De lo visto anteriormente, según lo que dicta normativa se debe iniciar el cálculo en la válvula hidráulicamente más desfavorable. El cálculo se debe basar en proveer 250 gpm en las dos conexiones de manguera hidráulicamente más remotas en una tubería vertical y en la salida más alta de cada una de las otras tuberías verticales, pero como ya el lector podrá haber observado, en este proyecto se instalará solo una tubería vertical, por ende las dos salidas más remotas son las dos salidas de 2½ pulgadas ubicadas en el nivel III; la salida de 2½" en el gabinete y la salida de 2½" en el *Riser*. Se realizará el cálculo en la salida más desfavorable a la presión residual mínima requerida, la cual es de 100 psi y se asume que la otra salida "no tan remota" tendrá más energía disponible en ese punto, por el resultado obvio de la aplicación de la mecánica de fluidos.

Para efectos del cálculo se debe cumplir, como dicta la normativa, con los valores mínimos de las presiones residuales, entonces, se fuerza al cálculo a trabajar con las presiones residuales al decir que en el punto más remoto se tienen 250 gpm @ 100 psi. Se debe tener claro que en ese punto no se está trabajando con la presión total, presión normal o la presión de velocidad, sino con la presión residual.

Al cuantificar la energía que se requiere para "hacer" llegar el agua hasta esta conexión de manguera más remota, se debe describir el camino que va a seguir el agua desde la bomba hasta ese punto. Para lograrlo se va a detallar el camino y los accesorios por los que debe circular el agua.

El detalle de la instalación de los gabinetes en el nivel de sótano y nivel III será como el mostrado en la Figura 4.63. Son gabinetes de montaje en pared o de superficie para que la tubería viaje por el cielorraso y descienda expuesta por la pared hasta el gabinete. La misma figura es la que se utilizará como base para el cálculo de la pérdida hidráulica. Los gabinetes de los niveles I y II son empotrados.

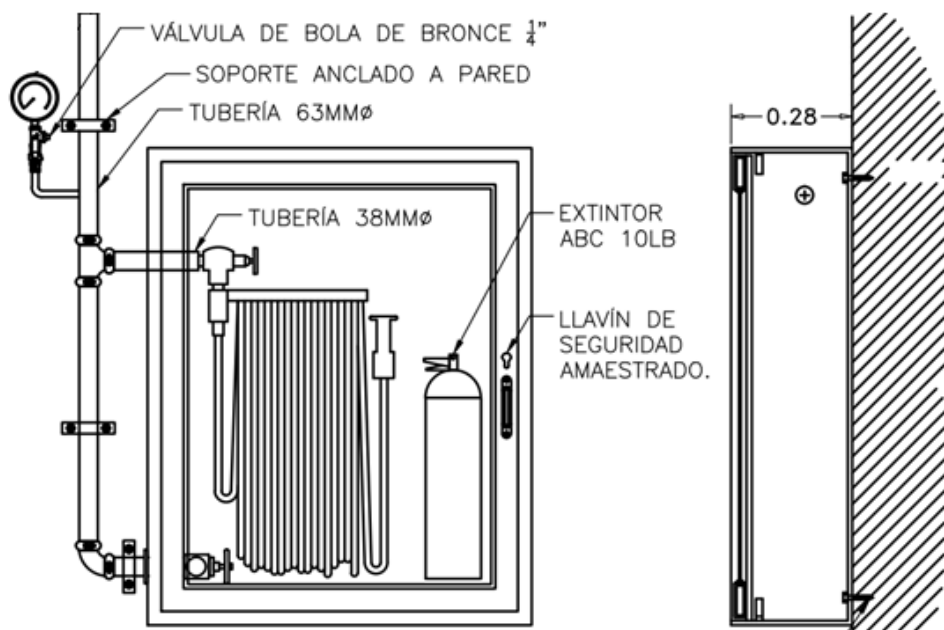
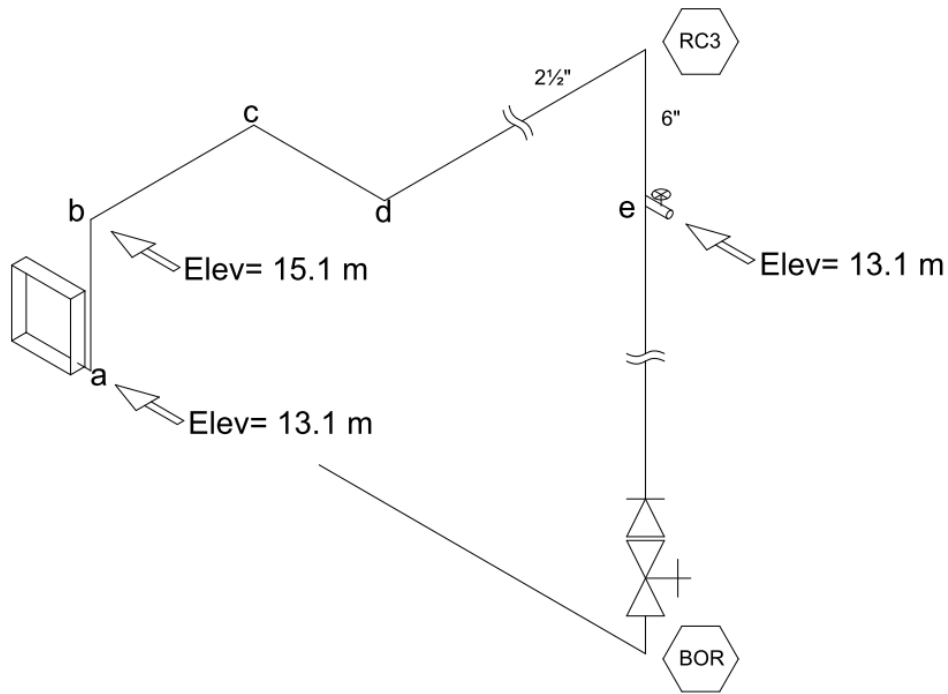


Figura 4.63: Detalle de los gabinetes Clase III

Fuente: Internet

Los gabinetes serán colocados con la tapa inferior del mismo a 1 metro de altura desde el suelo tal como lo pide la normativa y las válvulas de conexión de mangueras son válvulas angulares listadas, esta información será necesaria para la instalación y para efectos del cálculo. En la Figura 4.64 se muestra una vista isométrica del recorrido del agua desde el gabinete más remoto hasta la base del *Riser*.



AutoCAD

Figura 4.64: Vista isométrica del gabinete hidráulicamente más desfavorable

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 4.64, también hay una asignación de nodos en diferentes puntos de la tubería que serán de ayuda para identificar los tramos del cálculo hidráulico que se mostrarán en las hojas de trabajo detalladas.

La descripción del “camino” del agua, así como las ubicaciones de las conexiones de mangueras se muestran en la siguiente figura:

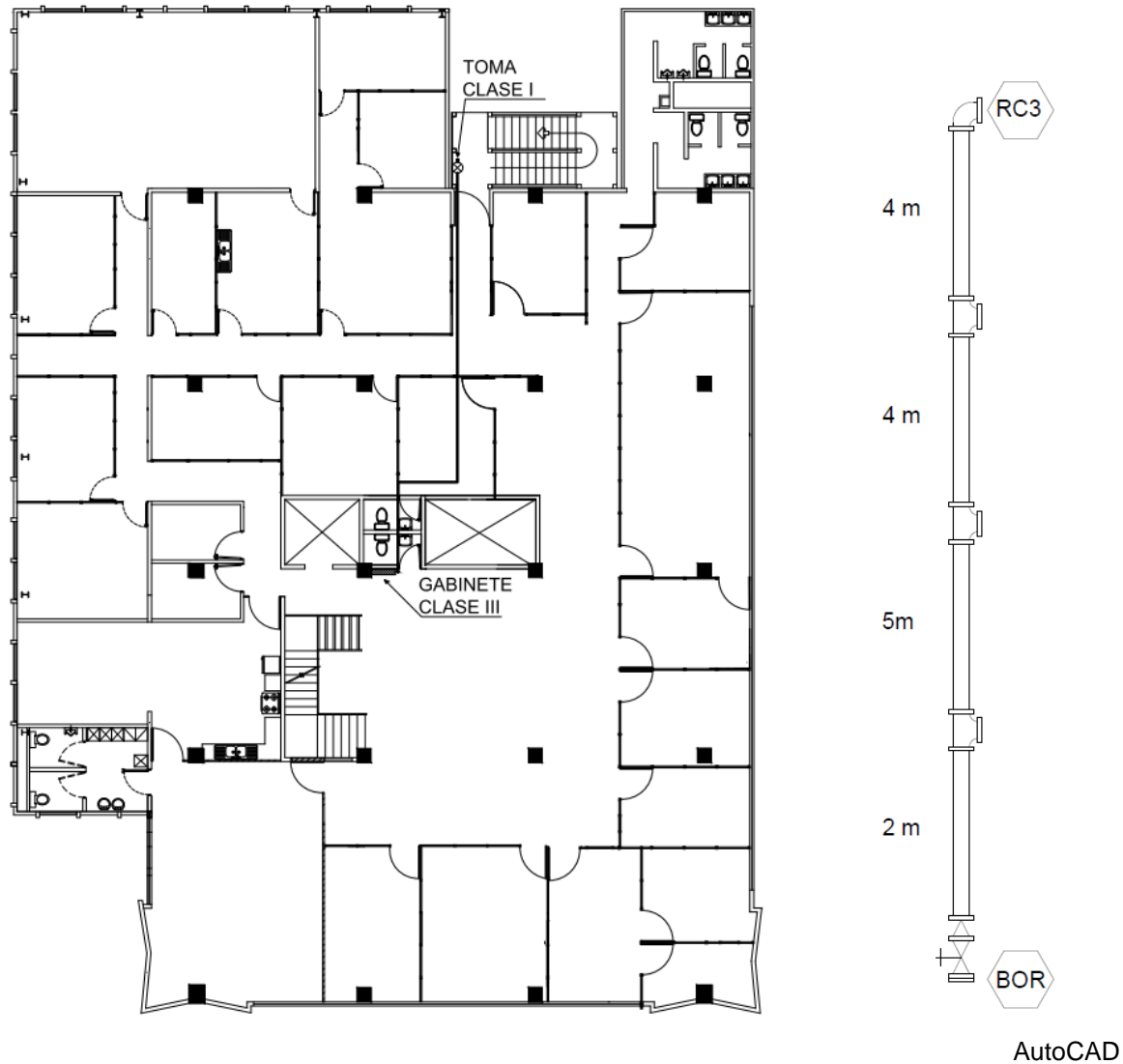


Figura 4.65: Ubicación y tubería para gabinetes y tomas de mangueras

Fuente: elaboración propia

Se debe recordar que, por normativa, la tubería del *Riser* no debe ser inferior a 6 pulgadas para sistemas combinados o a 4 pulgadas para sistemas calculados hidráulicamente y la tubería de las derivaciones no debe tener un diámetro menor de 2½ pulgadas, por ende y como se trata de un sistema Clase III, se va a realizar el cálculo con 6 pulgadas para el *Riser* y 2½ pulgadas para derivaciones. Sí la sumatoria de las perdidas llega a 30 psi en la base del *Riser* (BOR) se aumentarán los diámetros de las tuberías.

La disposición de cómo debe instalarse la conexión entre el sistema de rociadores y la tubería vertical está dictado por la normativa, que muestra dos formas aceptables de instalación, la siguiente figura muestra la disposición escogida.

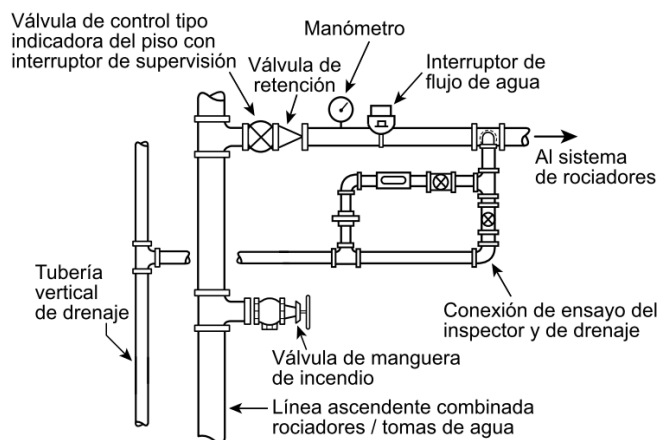


Figura 4.66: Disposición de tubería aceptable para sistemas combinados de rociadores/ tomas de agua

Fuente: Figura A.6.3.5(a) NFPA 14 (edición 2010 en español)

Siguiendo todo lo mencionado hasta este punto, se procede con el cálculo desde la conexión para mangueras más remota hasta la base del *Riser* (BOR), los datos obtenidos se van a mostrar con ayuda de la hoja detallada de trabajo de la NFPA 13, como se muestra en la Figura 4.67.

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
AV	13,1		250	2½"	1AV + 1CN	L	0,3	120	P _t	100	
					9,45 + 1,8	F	11,25	0,70675218	P _e	0	
a	13,1		250	2,469	11,25m	T	11,55		P _f	8,163	
a	13,1		0	2½"		L	2	120	P _t	108,2	
					1CN = 1,8m	F	1,8	0,70675218	P _e	-2,84	
b	15,1		250	2,469		T	3,8		P _f	2,686	
b	15,1		0	2½"		L	3,37	120	P _t	108	
					1CN = 1,8m	F	1,8	0,70675218	P _e	0	
c	15,1		250	2,469		T	5,17		P _f	3,654	
c	15,1		0	2½"		L	2,23	120	P _t	111,7	
					1CN = 1,8m	F	1,8	0,70675218	P _e	0	
d	15,1		250	2,469		T	4,03		P _f	2,848	
d	15,1		0	2½"		L	11,6	120	P _t	114,5	
					1CN = 1,8m	F	1,8	0,70675218	P _e	0	
RC3	15,1		250	2,469		T	13,4		P _f	9,47	
RC3	15,1		0	6"		L	2	120	P _t	124	
					1CN = 4,3m	F	4,3	0,00888094	P _e	2,84	
e	13,1		250	6,065		T	6,3		P _f	0,056	
e	13,1		250	6"	1GV + 1CK	L	12,8	120	P _t	126,9	
					0,9 + 9,7	F	10,6	0,0320158	P _e	18,18	
BOR	0,3		500	6,065	10,6m	T	23,4		P _f	0,749	
			Q _{TOTAL} = 500 gpm			L			P _t	145,8	500 gpm @ 146 psi en BOR
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.67: Cálculo hidráulico para la tubería vertical con derivación en 2½"

Fuente: elaboración propia

El resultado anterior muestra que se necesitarían como mínimo 500 gpm @ 146 psi en la base del *Riser* para que tener los 250 gpm en las dos salidas más remotas con 100 psi como dicta la norma. Pero como se indicó anteriormente, sí la presión en BOR superaba 130 psi, se aumentarían los diámetros de las tuberías, pues una presión tan alta como 146 psi provocaría que se tuviera que escoger una bomba de más de 150 psi para este proyecto, lo que es poco razonable para un edificio tan pequeño ya que la presión es el parámetro que más encarece el precio de una bomba contra incendios.

Se puede observar que la mayor parte de las pérdidas por fricción se da en los tramos de la derivación de 2½ pulgadas, y al buscar que la presión en BOR no supere los 130 psi, para elegir una bomba de máximo 140 psi, se va a aumentar el diámetro de las derivaciones a 4 pulgadas y se va a reiterar el cálculo. Los resultados se muestran en la Figura 4.68, mostrada a continuación:

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _f por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
AV	13,1		250	2½"	1AV + 1CN	L	0,3	120	P _t	100	
					9,45 + 1,8	F	11,25	0,70675218	P _e	0	
a	13,1		250	2,469	11,25m	T	11,55		P _f	8,163	
a	13,1		0	4"		L	2	120	P _t	108,2	
					1CN = 3m	F	3	0,06532954	P _e	-2,84	
b	15,1		250	4,026		T	5		P _f	0,327	
b	15,1		0	4"		L	3,37	120	P _t	105,6	
					1CN = 3m	F	3	0,06532954	P _e	0	
c	15,1		250	4,026		T	6,37		P _f	0,416	
c	15,1		0	4"		L	2,23	120	P _t	106,1	
					1CN = 3m	F	3	0,06532954	P _e	0	
d	15,1		250	4,026		T	5,23		P _f	0,342	
d	15,1		0	4"		L	11,6	120	P _t	106,4	
					1CN = 3m	F	3	0,06532954	P _e	0	
RC3	15,1		250	4,026		T	14,6		P _f	0,954	
RC3	15,1		0	6"		L	2	120	P _t	107,4	
					1CN = 4,3m	F	4,3	0,00888094	P _e	2,84	
e	13,1		250	6,065		T	6,3		P _f	0,056	
e	13,1		250	6"	1GV + 1CK	L	12,8	120	P _t	110,3	
					0,9 + 9,7	F	10,6	0,0320158	P _e	18,18	
BOR	0,3		500	6,065	10,6m	T	23,4		P _f	0,749	
			Q _{TOTAL} = 500 gpm			L			P _t	129,2	500 gpm @ 129 psi en BOR
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura 4.68: Cálculo hidráulico para la tubería vertical con derivación en 4"

Fuente: elaboración propia

Puede verse del resultado anterior que la energía necesaria es ahora inferior a 130 psi como se buscaba, la pérdida restante será la del recorrido de la tubería principal de alimentación subterránea y hasta cuarto de bombas, que, cómo se

verá más adelante, tiene una pérdida muy pequeña y se detalla cuando se hagan los cálculos por NFPA 24 mediante el software de cálculo hidráulico.

Como ya se mostró anteriormente el artículo 7.10.1.3.1.2 indica que no es requerido aumentar la demanda ya calculada hidráulicamente por NFPA 14 para el sistema de rociadores por separado, por ende, 500gpm @ 129 psi es lo que se requiere hasta este punto, porque este valor es mayor al calculado para el sistema de rociadores.

Finalmente, cómo ya se mencionó, se espera que se construya en un corto plazo una torre de parqueos para el Edificio de Oficinas Centrales del Cuerpo de Bomberos y se desea que el cuarto de bombas pueda conectarse y servir fácilmente al diseño del sistema fijo de protección de esta torre de parqueos. Por lo tanto, suponiendo de manera adecuada que se van a tener 2 salidas de emergencia como dicta la normativa y utilizando los criterios de la NFPA 14, se debería tener 2 *Risers* que, por ende, significarían que para el cálculo hidráulico se debería contemplar las 2 salidas de 2½" más remotas del *Riser* más remoto y la salida de 2½" más remota del otro *Riser*, dando como resultado una capacidad total de descarga de agua de 750 gpm.

Por lo tanto, la selección de la bomba contra incendios de este proyecto se hará de 750gpm @130 psi y se jugará con la curva de presión-capacidad de la bomba elegida.

Diseño de la soportería y arriostramiento para el sistema de tubería vertical y gabinetes

El diseño de la soportería y arriostramiento del sistema de tubería vertical y gabinetes se basa de igual manera a como se hizo para el sistema de rociadores, tomando como referencia el capítulo 9 de la NFPA 13, según dicta la NFPA 14. Así mismo como se hizo para el sistema de rociadores se va a dejar este ejercicio

cuando se presenten los planos finales con la ayuda del software elegido para tal fin.

4.5. Diseño del cuarto de bombas

El diseño del cuarto de bombas para el sistema de protección contra incendios del Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica se va a basar en los criterios de diseño que dicta la NFPA 20, *Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios*, edición 2013 en español, cualquier artículo que se use de referencia en esta parte de este escrito deberá entenderse que se refiere a la norma anterior en esa edición, salvo que se indique lo contrario.

Se debe tener presente que las bombas contra incendios tienen 3 puntos de operación comunes. Al cero flujo o 0% de su capacidad, a flujo nominal o al 100% y al 150% del caudal nominal de la bomba. Cualquier bomba contra incendios debe ser capaz de funcionar a estos caudales y las presiones indicadas por la curva del fabricante por el tiempo que sea necesario.

En el capítulo 3, *Definiciones*, tenemos una serie de conceptos que se deben de tener claros para evitar confusiones, pues su aplicación en esta parte del escrito será solamente en base a lo que por definición se muestra en la NFPA 20. A continuación se tienen algunos artículos con términos de utilidad.

3.3.23 Cabeza (Cabeza de Presión). Una cantidad utilizada para expresar una forma (o una combinación de formas) del contenido de energía del agua por unidad de peso del agua referida a cualquier nivel (datum) arbitrario.

3.3.23.1 Cabeza de Succión Positiva Neta (NPSH) (h_{sv}) [Net Positive Suction Head (NPSH)]. La cabeza de succión total en metros (pies) de líquido absoluto, determinada en la boquilla de succión, y referida al nivel (datum), menos la presión de vapor del líquido en metros (pies) absolutos.

3.3.23.3.2 *Cabeza total (H), Bombas de turbina vertical [Total Head (H), Vertical Turbine Pumps]*. La distancia desde el nivel de bombeo de líquido hasta el centro del manómetro de descarga más la cabeza de descarga total. Véase Figura 4.69.

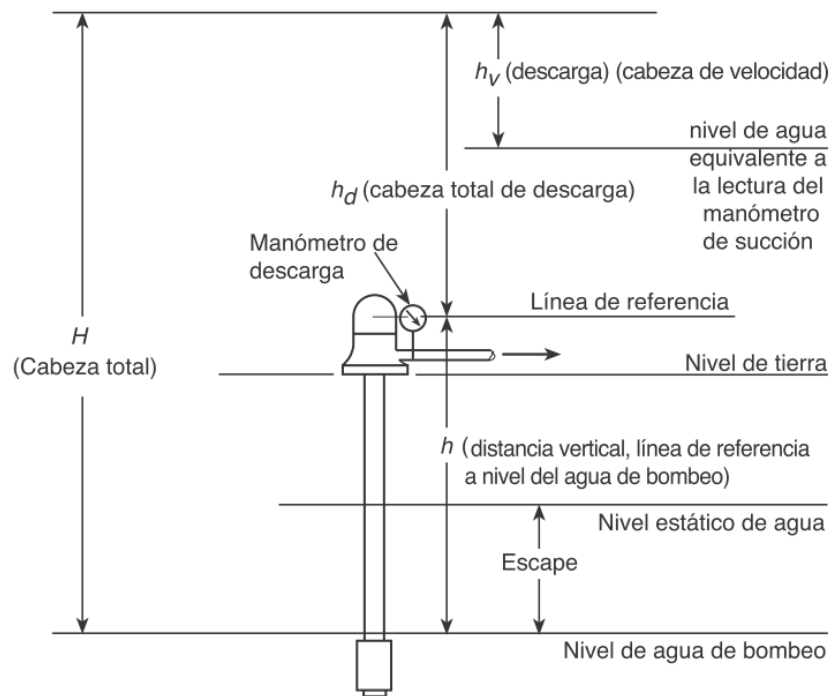


Figura 4.69: Cabeza total de bombas contra incendios tipo turbina vertical

Fuente: Figura A.3.3.23.3.2 NFPA 20 (edición 2013 en español).

3.3.23.6 *Altura de velocidad (h_v) [Velocity Head]*. La energía cinética del peso unitario de un fluido que se mueve con velocidad (v), determinada en el punto de conexión del manómetro.

3.3.32 *Máxima potencia al freno en caballos de fuerza de la bomba (Maximum Pump Brake Horsepower)*. La potencia al freno en caballos de fuerza máxima requerida para impulsar la bomba a la velocidad nominal. El fabricante de bombas lo determina mediante una prueba de taller llevada a cabo bajo condiciones de succión y descarga previstas. Las condiciones de campo reales pueden diferir de las condiciones de taller.

3.3.38.14 Bomba de mantenimiento de presión o sostenedora de presión (jockey pump) [Pressure Maintenance (Jockey or Make-Up) Pump]. Bomba diseñada para mantener la presión en los sistemas de protección contra incendios entre los límites previamente configurados cuando en el sistema no circula agua.

3.3.38.17 Bomba de turbina vertical con eje en línea (Vertical Lineshaft Turbine Pump). Una bomba centrífuga de eje vertical con un impulsor o impulsores giratorios y con una descarga desde el elemento de bombeo coaxial con el eje. El elemento de bombeo se encuentra suspendido por el sistema conductor, el que encierra un sistema de ejes verticales utilizados para transmitir energía a los impulsores, y la fuerza motriz principal es externa al flujo del caudal.

3.3.45 Factor de servicio (Service Factor). Un multiplicador para un motor de corriente alterna que, cuando se aplica a la potencia nominal en caballos de fuerza, indica una carga permisible que puede sostenerse a voltaje, frecuencia y temperatura nominales. Por ejemplo, el multiplicador 1.15 señala que el motor puede sobrecargarse 1.15 veces por sobre la potencia nominal.

3.3.57.5 Válvula de alivio (Relief Valve). Un dispositivo que permite la desviación de líquido para limitar la presión excesiva en un sistema.

El capítulo 4, *Requerimientos generales*, indica cuales se deben cumplir en la instalación de las bombas contra incendios.

El artículo 4.2 habla de los requisitos necesarios que se deben presentar a la autoridad competente para la aprobación requerida del sistema que, debido a la naturaleza única de las unidades de bombeo contra incendios, la aprobación debería ser obtenida antes del montaje de cualquier componente específico.

En el 4.6 se tienen los requisitos de los suministros líquidos para el bombeo. El artículo 4.6.1.1 indica que, la aceptabilidad y confiabilidad de la fuente de agua son de importancia vital y deben determinarse por completo, con la debida tolerancia a su confiabilidad en el futuro.

La conexión de alimentación al tanque de agua se debe diseñar para llenar en su totalidad en 8 horas.

Según el artículo 4.7.1, las bombas contra incendios deben estar dedicadas al servicio de la protección contra incendios y listadas para dicha actividad. Según 4.7.2 los motores aceptables para las bombas en una única instalación deben ser eléctricos, diesel, turbinas de vapor o una combinación de éstos.

Según el artículo 4.8, refiriéndose a las capacidades de las bombas contra incendios, se observa que se debe seleccionar una bomba contra incendios centrífuga de modo que la mayor demanda individual de cualquier sistema de protección contra incendios conectado a la bomba sea inferior o equivalente al 150 por ciento de la capacidad nominal (caudal) de la bomba. Las bombas centrífugas contra incendios deben tener una de las capacidades nominales en gpm (L/min.) identificadas en la Tabla 4.6 y deben estar clasificadas a presiones netas de 40 psi (2.7 bar) o más.

Tabla 4.6: Capacidades de las bombas centrífugas contra incendios

gpm	L/min.	gpm	L/min.
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

Fuente: Tabla 4.8.2 NFPA 20 (edición 2013 en español).

El artículo 4.10, refiriéndose a los manómetros de presión indica lo siguiente:

- En la descarga de la bomba se debe colocar un manómetro de presión con una carátula no menor a 3.5 pulg. (89 mm) de diámetro, debe conectarse cerca de la brida de descarga con una válvula para manómetro de 0.25 pulg. (6 mm) nominal. La carátula debe indicar la presión de por lo menos el doble de la presión de trabajo nominal de la bomba, pero no menor a 200 psi (13.8 bar).
- En la succión debe conectarse un manómetro con un reloj de no menos de 3.5 pulg. (89 mm) de diámetro a la tubería de succión con una válvula para manómetro de 0.25 pulg. (6 mm) nominales. Cuando la presión mínima de succión de la bomba sea inferior a 20 psi (1.3 bar) bajo cualquier condición de caudal, el manómetro de succión debe ser un manómetro de presión y vacío compuesto. Los requerimientos anteriores no deben aplicarse en bombas tipo turbina de eje vertical que toman succión de un foso o pozo húmedo abierto.

Observando el artículo 4.11, todas las bombas deben contar con una válvula de alivio de circulación automática listada para el servicio de bomba contra incendios, instalada y ajustada por debajo de la presión de cierre a la presión de succión mínima esperada. La válvula debe otorgar un caudal de suficiente agua como para evitar que la bomba se recaliente cuando funciona sin descarga. Los requerimientos anteriores no deben aplicarse a bombas impulsadas por motor diesel para las cuales el agua refrigerante del motor sea obtenida de la descarga de la bomba.

El artículo 4.12.1.1, *Unidades de bomba contra incendios internas*, indica que, las unidades de bombas contra incendios para edificios de gran altura deben estar protegidas de las ocupaciones circundantes por medio de construcciones con una certificación de resistencia al fuego mínima de 2 horas o se paradas físicamente del edificio protegido por una distancia mínima de 50 pies (15.3 m).

Los cuartos interiores para bombas contra incendios de edificios que no sean de gran altura o de edificios independientes para bombas contra incendios deben estar físicamente separados o protegidos por construcciones resistentes al fuego, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7: Protección del equipo

Cuarto/cabina de la bomba	Edificios que exponen el cuarto/cabina de la bomba	Separación requerida
Sin rociadores	Sin rociadores	Clasificación ignífuga de 2 horas o 50 pies (15.3 m)
Sin rociadores	Con rociadores	
Con rociadores	Sin rociadores	
Con rociadores	Con rociadores	1 hora de clasificación ignífuga o 50 pies (15.3 m)

Fuente: Tabla 4.12.1.1.2 NFPA 20 (edición 2013 en español).

El artículo 4.12.1.2, *Bombas contra incendio externas*, indica que las unidades de bombas contra incendio que se encuentre en espacios exteriores deben estar ubicadas a una distancia no inferior a 50 pies (15.3 m) de cualquier edificio y otras exposiciones al fuego a las que esté expuesto el edificio. Los edificios o cuartos para bombas contra incendios en los que hubiera bombas con motores diesel y tanques de uso diario deben estar protegidos con un sistema de rociadores automáticos instalado de acuerdo con lo establecido en NFPA 13, *Norma para la instalación de sistemas de rociadores*.

Observando el artículo 4.12.6, debe proveerse de ventilación para el cuarto o casa de bombas.

El artículo 4.13.2 refiriéndose a los métodos de conexión de las tuberías indica que las secciones de tuberías de acero deben conectarse por medios roscados, juntas mecánicas ranuradas, bridas u otros accesorios aprobados. Son preferibles bridas soldadas a las tuberías

Del artículo 4.13.5 se desprende que las tuberías, accesorios, soportes colgantes y arriostramientos antisísmicos para la unidad de la bomba contra incendios, incluidas las tuberías de succión y de descarga, deben cumplir con los requerimientos aplicables establecidos en NFPA 13, Norma para la instalación de sistemas de rociadores.

Del punto 4.14, refiriéndose a la tubería de succión y accesorios, se observa que:

- En la tubería de succión debe instalarse una válvula de compuerta tipo vástago ascendente (OS&Y) listada.
- Ninguna válvula de control que no sea una válvula de compuerta de vástago ascendente (OS&Y) y los dispositivos permitidos en 4.27.3 deben ser instalados en la tubería de succión dentro de 50 pies (15.3 m) de la brida de succión de la bomba.

Del punto 4.15, refiriéndose a la tubería de descarga y accesorios, se observa que:

- Debe instalarse una válvula de retención listada o un dispositivo de prevención de contra flujo listado en el montaje de descarga de la bomba.
- Debe instalarse una válvula listada indicadora de compuerta o tipo mariposa en el lado del sistema de protección contra incendios de la válvula de retención de la descarga de la bomba.

En el artículo 4.16 se tiene la supervisión que deben tener las válvulas. Cuando el sistema tenga cualquiera de las siguientes; la válvula de succión, válvula de descarga, válvula de desvío y válvulas de aislamiento en el dispositivo o montaje de prevención de contra flujo, las mismas deben ser supervisadas en su posición abierta mediante uno de los siguientes métodos:

- Servicios de señalización de estación central, propietario o estación remota.
- Servicio de señalización local que provocará el sonido de una señal audible en un punto constantemente atendido.
- Bloqueo de válvulas en posición abierta.
- Sellado de las válvulas y una inspección aprobada semanal donde las válvulas se colocan dentro de gabinetes cerrados bajo el control del dueño.

Según el artículo 4.17 debe dejarse un espacio libre alrededor de las tuberías que atraviesan los muros, cielorrasos o pisos del cerramiento del cuarto de bombas contra incendios. Los agujeros deben ser de un tamaño tal que el diámetro del agujero sea nominalmente 2 pulg. (50 mm) mayor que el de la tubería. No se requiere de un espacio libre si los acoples flexibles están ubicados dentro de 1 pie (305 mm) de cada uno de los laterales del muro, cielorraso o piso.

Según 4.18, se observa que debe instalarse una válvula de alivio de presión cuando se instale una bomba contra incendios con motor diesel y cuando un total del 121 por ciento de la presión neta de cierre de la bomba más la presión máxima de succión estática, ajustada para la elevación, supere la presión para la cual los componentes del sistema han sido certificados. La válvula de alivio debe estar ubicada entre la bomba y la válvula de retención de descarga de la bomba y debe estar conectada de manera que pueda quitarse para efectuar reparaciones sin alterar la tubería. La descarga de agua desde la válvula de alivio debe ser fácilmente visible o detectable para el operador de la bomba. Si la tubería de descarga utiliza más de un codo, debe utilizarse el tamaño de tubería siguiente más grande.

Según el artículo 4.20, debe instalarse un medio aceptable para realizar las pruebas de flujo de la bomba. Un cabezal de prueba del tamaño apropiado debe ser un medio alternativo aceptable de medición del caudal. Debe colocarse una válvula indicadora listada de compuerta o de mariposa en la tubería que se extiende hasta el cabezal de la válvula de manguera.

Observando el artículo 4.25 la bomba de mantenimiento de presión debe ser de un tamaño que permita reponer la presión en el sistema de protección contra incendios, necesario debido a fugas admisibles y a caídas normales de la presión. El tamaño de la bomba jockey debería ser aquel que provea un caudal menor al de un único rociador abierto. Véase la Figura 4.70.

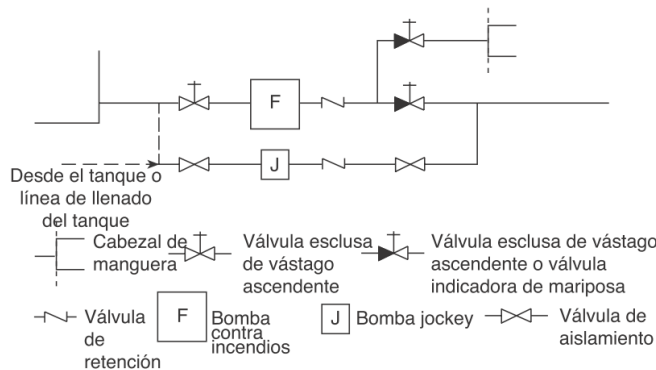


Figura 4.70: Instalación de una bomba jockey para una bomba contra incendios

Fuente: Figura A.4.25.5.5 NFPA 20 (edición 2013 en español).

De especial importancia es el artículo 4.26, donde se muestra un resumen de la información de bombas centrífugas contra incendios que indica que deben utilizarse los tamaños indicados en la Tabla 4.8, como mínimo.

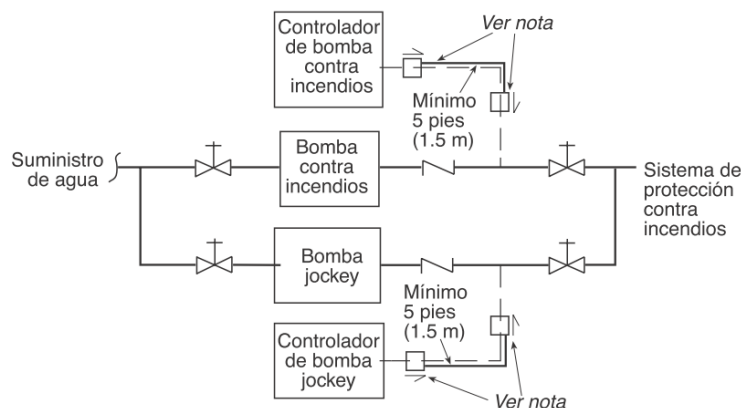
Tabla 4.8: Resumen de información sobre bombas centrífugas contra incendios

Clasificación de bomba (gpm)	Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (pulg.)						
	Succión ^{a,b,c}	Descarga ^a	Válvula de alivio	Descarga de válvula de alivio	Dispositivo de medición	Cantidad y tamaño de válvulas de manguera	Suministro de cabezal de manguera
25	1	1	¾	1	1¼	1 — 1½	1
50	1½	1¼	1¼	1½	2	1 — 1½	1½
100	2	2	1½	2	2½	1 — 2½	2½
150	2½	2½	2	2½	3	1 — 2½	2½
200	3	3	2	2½	3	1 — 2½	2½
250	3½	3	2	2½	3½	1 — 2½	3
300	4	4	2½	3½	3½	1 — 2½	3
400	4	4	3	5	4	2 — 2½	4
450	5	5	3	5	4	2 — 2½	4
500	5	5	3	5	5	2 — 2½	4
750	6	6	4	6	5	3 — 2½	6
1000	8	6	4	8	6	4 — 2½	6
1250	8	8	6	8	6	6 — 2½	8
1500	8	8	6	8	8	6 — 2½	8
2000	10	10	6	10	8	6 — 2½	8
2500	10	10	6	10	8	8 — 2½	10
3000	12	12	8	12	8	12 — 2½	10
3500	12	12	8	12	10	12 — 2½	12
4000	14	12	8	14	10	16 — 2½	12
4500	16	14	8	14	10	16 — 2½	12
5000	16	14	8	14	10	20 — 2½	12

Fuente: Tabla 4.26(a) NFPA 20 (edición 2013 en español).

En el artículo 4.30 se tienen los requerimientos de las líneas de sensado de presión del controlador de las bombas (véase Figura 4.71), que indican lo siguiente:

- Para todas las instalaciones de bombas, incluyendo las bombas mantenedoras de presión, cada controlador debe tener su propia línea sensora de presión individual.
- La conexión de la línea de detección de presión para cada bomba, incluidas las bombas jockey, debe hacerse entre la válvula de retención de la descarga de esa bomba y la válvula de aislamiento de la descarga.
- La línea sensora de presión debe ser una tubería de bronce o cobre rígido, Tipos K, L o M, o una tubería o conducto de acero inoxidable Serie 300, y los accesorios deben ser de un tamaño nominal de ½ pulg. (15 mm).
- Debe haber dos válvulas de retención instaladas en la línea de detección de presión separadas por al menos 5 pies (1.52 m) con un orificio nominal de 0.09375 pulgadas (2.4 mm) perforado en el obturador para funcionar como amortiguador.



Nota: Válvulas de retención o uniones de cara aplanada que cumplan con lo establecido en 10.5.2.1.

Figura 4.71: Conexión de tuberías para línea de detección de presión

Fuente: Figura A.4.30(b) NFPA 20 (edición 2013 en español).

Los capítulos siguientes al capítulo 4 van en función del tipo de bomba contra incendios que se va a instalar, por ende, se van a definir algunas consideraciones de diseño y parámetros iniciales como se muestran.

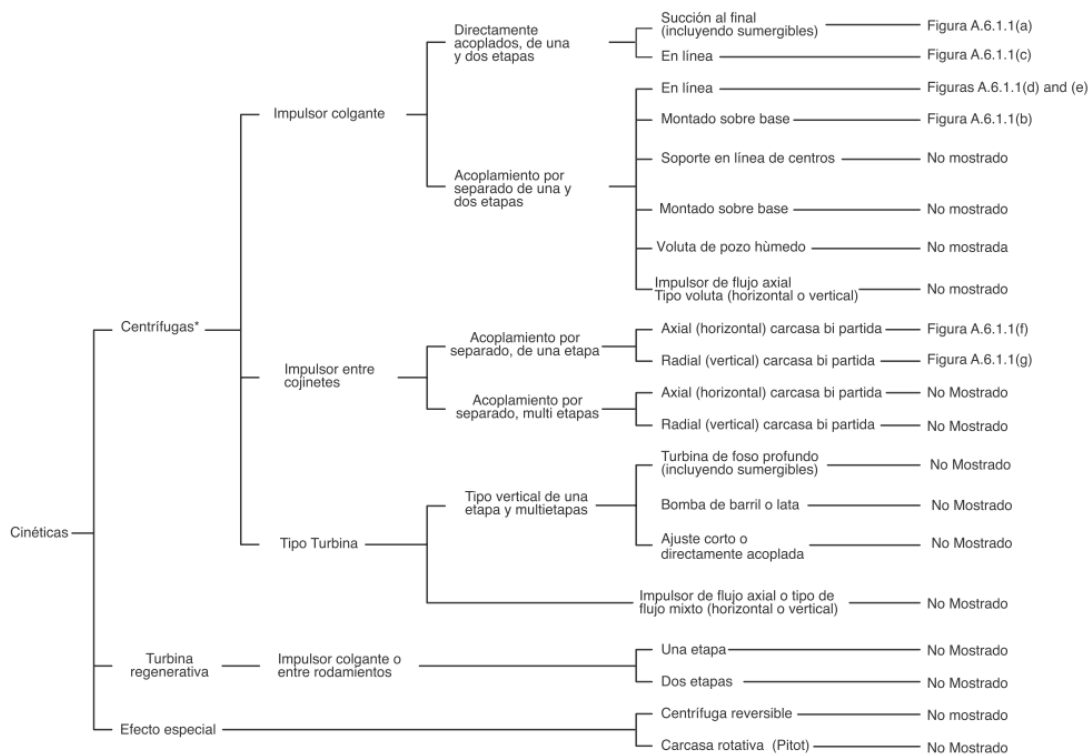
Consideraciones de diseño

- Por limitaciones de espacio en el Edificio de Oficinas Centrales del Cuerpo de Bomberos y para utilizar un tanque reservorio subterráneo por las consideraciones que se explicaran en el diseño del tanque de almacenamiento de agua, se va a diseñar el sistema de bombeo con una bomba de turbina vertical y, por ende, con tanque subterráneo.
- El motor que va a propulsar la bomba será un motor diesel acorde a lo que solicita la normativa.
- El cuarto de bombas se va a ubicar como se mostró en el diseño del sistema de rociadores, entre el edificio actual y la posible torre de parqueos para que se puedan conectar ambos al sistema que se está diseñando.
- Se debe dejar espacio para el múltiple de pruebas y para la conexión directa al tanque según lo que dicta la normativa y lo requerido por la autoridad competente en el Manual de Disposiciones Técnicas.
- La bomba será instalada exterior al edificio, pero por limitaciones de espacio, a menos de 15 metros de separación por lo que se debe cumplir con lo que dicta la normativa para esta configuración.
- El método de unión preferido por la normativa es la brida, pero por consideración de diseño se usará en la mayoría de los casos la unión ranurada y la junta mecánica.
- Para la ubicación de la toma directa desde el tanque se deberá contar con un área adyacente que permita un radio de giro de 15 m y soporte un peso vehicular de 35 toneladas.

- El cuarto de bombas tendrá un área de 6 x 6 metros, espacio suficiente para acomodar todos los componentes de la bomba y accesorios, pero como se verá en el diseño del tanque de agua de este escrito, también es así para lograr tener una distancia lo menor posible en la altura del volumen de agua requerido.

El capítulo 6 habla de los requerimientos generales de las bombas centrífugas.

Según 6.1.1, los tipos permitidos por norma de bombas contra incendios solo pueden ser de cuatro tipos: horizontal de carcasa partida, vertical en línea, succión final y vertical de turbina. Observar la figura siguiente.



Nota: Las bombas cinéticas se pueden clasificar con métodos tales como la configuración del impulsor o de la carcasa, la utilización final de la bomba, la velocidad específica, o la configuración mecánica. El método usado en este gráfico se basa principalmente en la configuración mecánica.

*Incluye diseños radiales, de flujo mixto y de flujo axial.

Fuente: Figura A.6.1.1(h) NFPA 20 (edición 2013 en español).

El artículo 6.2 muestra como debe ser el desempeño de fábrica y de campo de una bomba contra incendios, se tiene que:

- Las bombas deben proporcionar no menos del 150 por ciento de capacidad nominal a no menos de 65 por ciento del cabezal total nominal.
- El cabezal de cierre no debe exceder el 140 por ciento del cabezal nominal para cualquier clase de bomba.

Por lo anterior se dice que una bomba contra incendios debe ser de “curva plana” y se muestra en forma de gráfico en la siguiente figura:

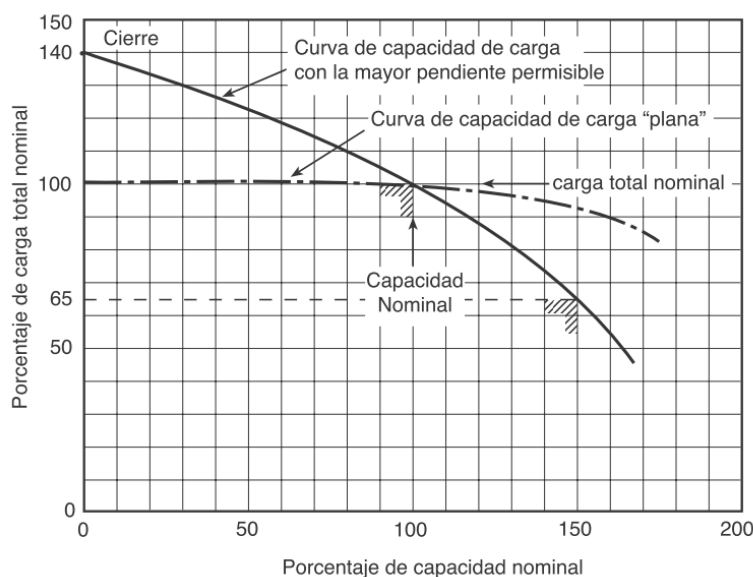


Figura 4.73: Curva característica de una bomba contra incendios

Fuente: Figura A.6.2 NFPA 20 (edición 2013 en español).

Según el artículo 6.4, debe construirse una placa de cimentación para el motor y bomba que permita que ambos estén alineados, salvo para bombas de turbina vertical donde debe colocarse una placa con pernos al nivel de piso.

El capítulo 7 habla específicamente de bombas de tipo turbina vertical, el mismo muestra una serie de consideraciones propias del diseño cuando se va a utilizar este tipo de bombas. Véase la siguiente figura.

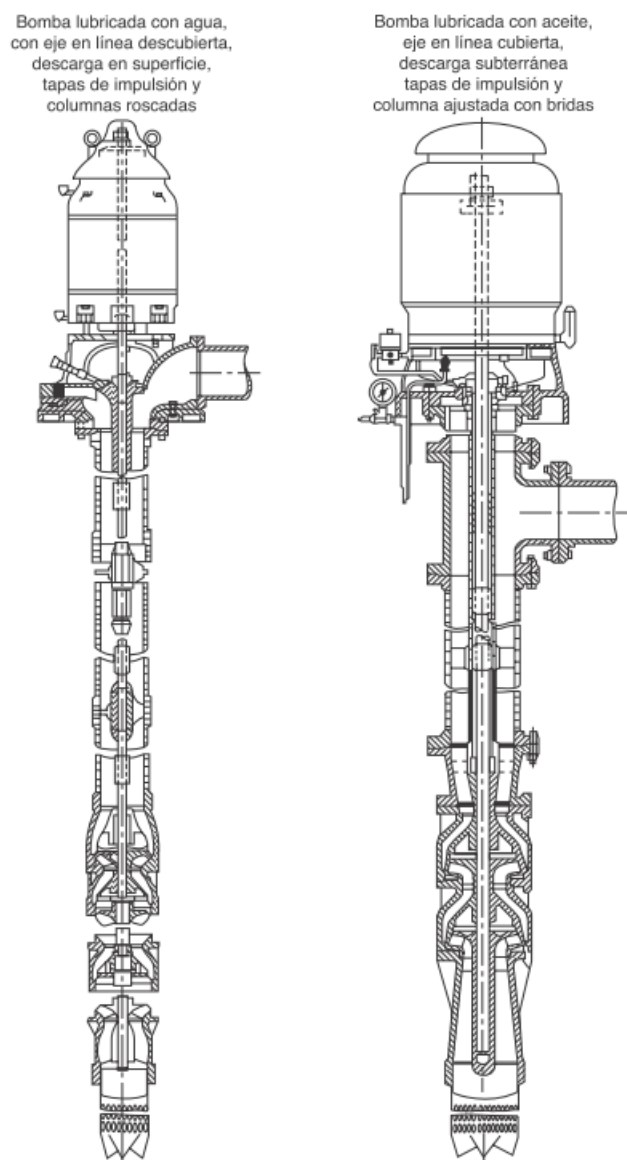
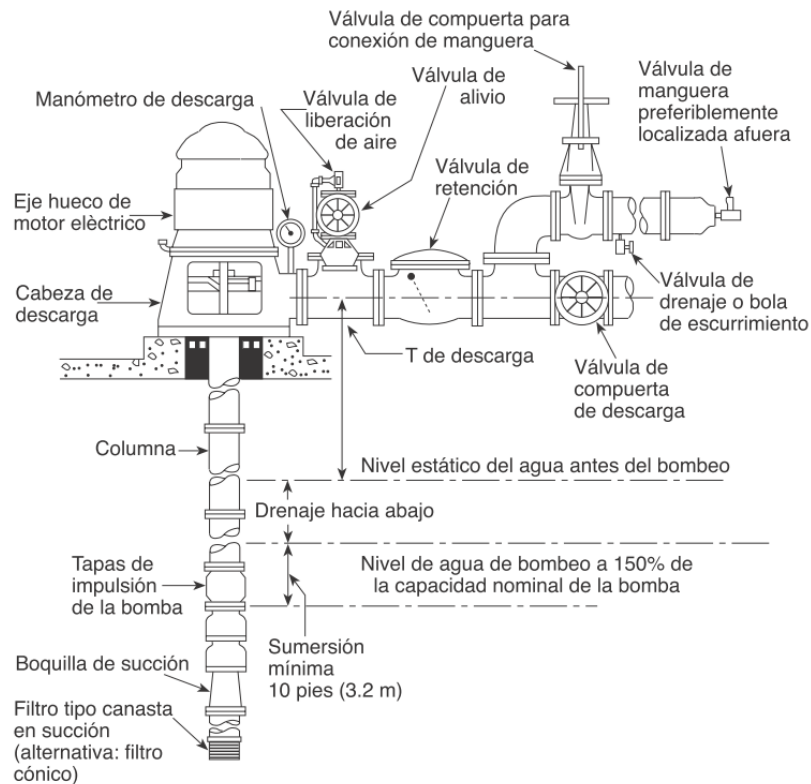


Figura 4.74: Bomba vertical de turbina con eje lubricado con agua o con aceite

Fuente: Figura A.7.1.1 NFPA 20 (edición 2013 en español).

El punto 7.2.2.2.3 indica que la inmersión requerida de los impulsores debe consultarse al fabricante de la bomba, esto para evitar que la bomba cavite al 150% de la capacidad y la posible formación de vórtices, véase Figura 4.75.



Nota: La distancia entre la base del filtro y la base del pozo húmedo deberá ser la mitad del diámetro de las tapas de impulsión de la bomba pero no menores de 12 pulgadas

Figura 4.75: Instalación de una bomba tipo turbina de eje vertical en un foso

Fuente: Figura A.7.2.2.1 NFPA 20 (edición 2013 en español).

El punto 7.3.5.2 refiriéndose a la válvula de alivio de aire, indica que ésta debe ubicarse en el punto más elevado de la línea de descarga entre la bomba contra incendios y la válvula de retención de la descarga.

Según el artículo 7.4.3, se refiere sobre los cimientos para las bombas de turbina vertical e indica que los cimientos de bombas verticales deben estar contruidos para soportar todo el peso de la bomba e impulsor, además del peso del agua incluida en ellos. Debe proveerse pernos de anclaje para sujetar la bomba a los

cimientos con firmeza. Los cimientos deben ser de un área y resistencia suficiente para que la carga por pulgada cuadrada (milímetro cuadrado) sobre hormigón no exceda las normas de diseño. La parte superior de los cimientos debe nivelarse muy bien para permitir que la bomba se suspenda libremente sobre un pozo en una bomba de acoplamiento corto.

Del presente capítulo hay bastantes consideraciones que deben tenerse presentes a la hora de la instalación, pero al pretender que este trabajo sea orientado al diseño se va a concluir con el capítulo presente. Además, el autor de este escrito ya sabe por experiencia que todas estas consideraciones ya las considera el fabricante y el proveedor de bombas, por lo que el diseñador se limita solo a escoger el tipo de bomba con el caudal y presión necesarias y el proveedor suple todos los componentes que se saben se requieren para la instalación correcta y en base a la normativa del equipo. Cuando se presenten los submittals de selección de equipo solicitados a Strong de Costa Rica podrá verse que ya van implícitos los demás componentes y requerimientos que solicita la norma para la correcta instalación.

El capítulo 11 provee los requerimientos para el desempeño mínimo de los impulsores con motor diesel que, como ya se mencionó, será el tipo de motor que impulsará nuestra bomba contra incendios de turbina vertical.

Según 11.2, todos los motores diesel deben ser listados para el servicio de bombas contra incendios.

Según 11.2.2.4, debe efectuarse una reducción del 3 por ciento de la clasificación de caballos de fuerza en condiciones normales de SAE por cada 1000 pies (300 m) de altitud sobre 300 pies (91 m).

El artículo 11.2.2.6, indica que cuando se utilicen impulsores de engranajes de ángulo recto entre la bomba de turbina vertical y su motor, el requerimiento de

caballos de fuerza de la bomba debe incrementarse por si existe una pérdida de energía en el motor de engranajes.

Según el artículo 11.2.3.2, para bombas de tipo turbina de eje vertical, los motores deben estar conectados a las bombas de eje vertical mediante un impulsor de engranaje de ángulo recto con un eje de conexión flexible y listado que prevenga una tensión excesiva sobre el motor o el impulsor de engranajes. Solo cuando se utilicen motores diesel y turbinas de motor diseñados y listados para instalaciones verticales con bombas de tipo turbina de eje vertical, a las que debe permitirse que utilicen ejes sólidos y no deben requerir un impulsor de engranaje de ángulo recto pero deben requerir un trinquete no reversible.

Según el artículo 11.2.5 sobre la instrumentación que debe tener el panel de instrumentos del motor, éste debe contar con un tacómetro del motor, indicador de presión de aceite y un indicador de temperatura.

El artículo 11.2.8, refiriéndose a los sistemas de refrigeración del motor, indica que debe incluirse el sistema de refrigeración del motor como parte del montaje de motor y debe ser uno de los siguientes tipos de circuito cerrado:

- Un tipo de intercambiador de calor que incluya una bomba de circulación impulsada por el motor, un intercambiador de calor, y un dispositivo de regulación de temperatura de camisa de motor.
- Un tipo de radiador que incluye una bomba de circulación impulsada por el motor, un radiador, un dispositivo de regulación de temperatura de camisa de motor, y un ventilador impulsado por motor para suministrar un movimiento positivo de aire a través del radiador.

Según 11.2.8.5 el suministro de agua de refrigeración para un sistema del tipo intercambiador de calor debe ser desde la descarga de la bomba y tomado antes de la válvula de retención de la descarga de la bomba.

El artículo 11.3.3 dicta que todo el cuarto de bombas debe estar protegida con rociadores contra incendios, de acuerdo con lo establecido en NFPA 13, Norma para la instalación de sistemas de rociadores, como un espacio de Riesgo Extra de Grupo 2.

Según 11.4.1.2.4, los tanques para combustibles de pared simple deben estar encerrados con muros, bordillos o diques, suficientes para retener la capacidad completa del tanque.

Observando el artículo 11.4.2, refiriéndose al tanque de suministro de combustible y capacidad, dicta que, el/los tanque/s de suministro de combustible debe(n) tener una capacidad al menos equivalente a 1 gal. por hp (5.07 L por kW), más un volumen del 5 por ciento para expansión y un volumen del 5 por ciento para el sumidero.

El artículo 11.4.6, refiriéndose a la posible acumulación de electricidad estática en la superficie metálica del tanque de combustible, indica que el tanque, la bomba y las tuberías deben estar interconectados y puestos a tierra.

El artículo 11.6 se refiere al funcionamiento del sistema del impulsor del motor diesel, y dicta que debe ser semanal. Indica que los motores deben ser diseñados e instalados de modo que puedan ser arrancados no menos de una vez por semana y puedan funcionar durante no menos de 30 minutos para alcanzar la temperatura de operación normal.

El capítulo 12, *Controladores para motores diesel*, es el capítulo que analiza los requerimientos para el desempeño mínimo de los controladores de motores diesel. Este capítulo es de mucha importancia para la puesta en marcha y funcionamiento regular del sistema, así también es de vital importancia para el diseño de los

componentes en fabrica, más no incorpora muchos elementos que se puedan variar para un diseño global de un sistema fijo de protección contra incendios.

El artículo 12.2, refiriéndose a la ubicación de los controladores del motor diesel, indica que los controladores deben estar ubicados lo más cerca posible a los motores que controlan, siempre que resulte práctico, y deben estar a poca distancia de los motores.

El punto 12.3.8 muestra que deben contarse con instrucciones completas de funcionamiento del controlador del motor diesel que cubran el funcionamiento del controlador y deben colocarse visiblemente sobre el mismo.

Una vez que se ha finalizado de obtener todos los requerimientos que solicita la normativa para el cuarto de bombas y para la instalación de una bomba listada para la protección contra incendios, en este caso, vertical de turbina propulsada por un motor diesel, todo lo mencionado anteriormente se reduce en un diagrama de instalación para el cuarto de bombas y sus componentes. Dicho diagrama sería similar al que se muestra a continuación:

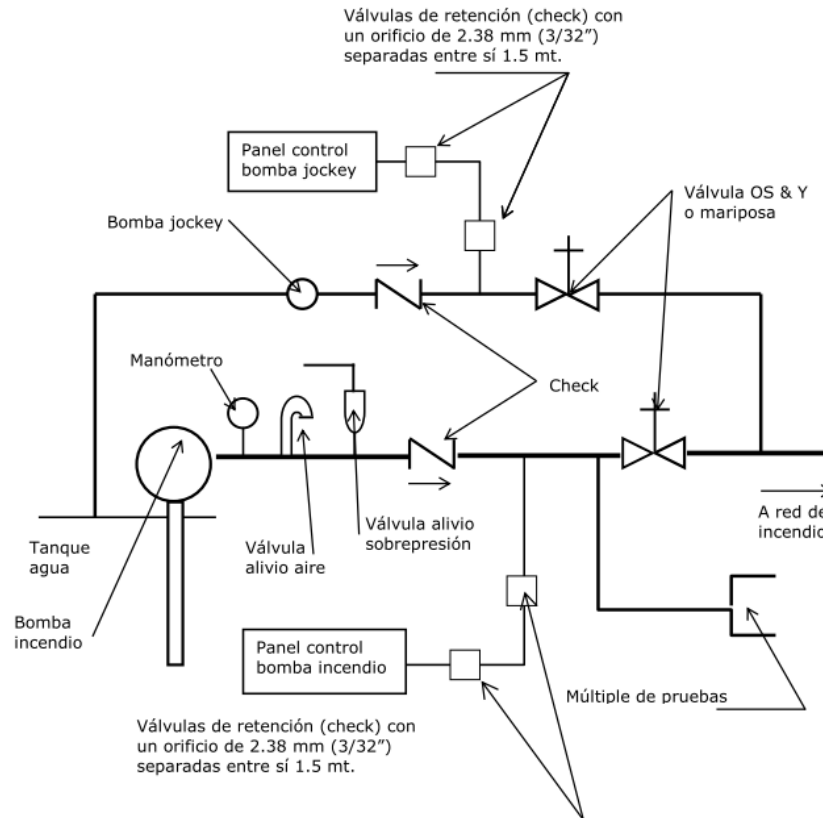


Figura 4.76: Detalle de las conexiones de una bomba vertical de turbina impulsada por motor diesel

Fuente: Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Planos más detallados se presentarán posteriormente en este escrito con ayuda del software de cálculo hidráulico, como se verá más adelante.

4.6. Diseño del tanque de almacenamiento de agua

El diseño del tanque de almacenamiento de agua para el sistema de protección contra incendios del Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica se va a basar en los criterios de diseño que dicta la NFPA 22, *Norma para la instalación de tanques de agua para sistemas privados de incendios*, edición 2013 en inglés, cualquier artículo que se use de referencia en esta parte de este escrito deberá entenderse que se refiere a la norma anterior en esa edición, salvo que se indique lo contrario.

La NFPA 22 es una norma que no ha sido traducida al español, pero que por estar referenciada en otras normas como la NFPA 20, es de aplicación obligatoria. Esta es una norma que dicta puntualmente los requisitos que se deben cumplir para cada tipo de tanque, por lo que no es extensa, en el caso de este trabajo se sabe que, al ser la bomba vertical de turbina, el tanque normalmente es enterrado y de concreto, como ya fue considerado por el diseñador en este trabajo. Por lo que los capítulos que aplican de esta norma al diseño propuesto son los capítulos 10, 12 y 14. Al hacer un resumen de éstos se tienen los siguientes resultados:

- Según el capítulo 10 se debe corroborar la capacidad de carga del suelo para soportar el peso del tanque con un estudio de suelos para tal fin. También se debe impermeabilizar las paredes internas del tanque mediante un revestimiento que sirva a ese propósito.
- El capítulo 12 indica que se deben revisar cuidadosamente las fundaciones de un tanque de succión y la losa superior debe soportar el peso de la bomba y del motor en un solo punto en caso de que se use un motor eléctrico.
- El capítulo 14, habla de las conexiones de mangueras y accesorios, del cual se extrae el uso de la placa antivórtice, la cual se debe colocar, para este diseño, en la toma de succión directa para el cuerpo de bomberos. En el artículo 14.2.13 se muestra cómo debe ser el ensamblaje (véase la Figura 4.77 y Figura 4.78).

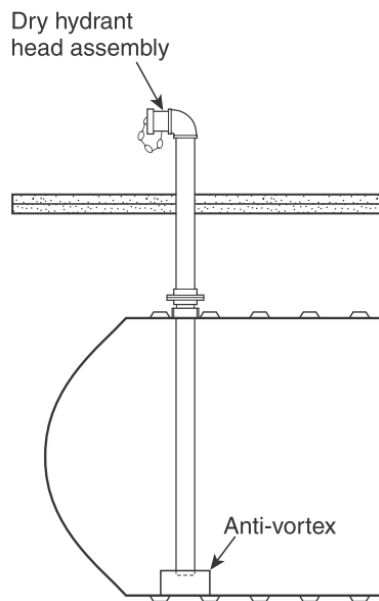
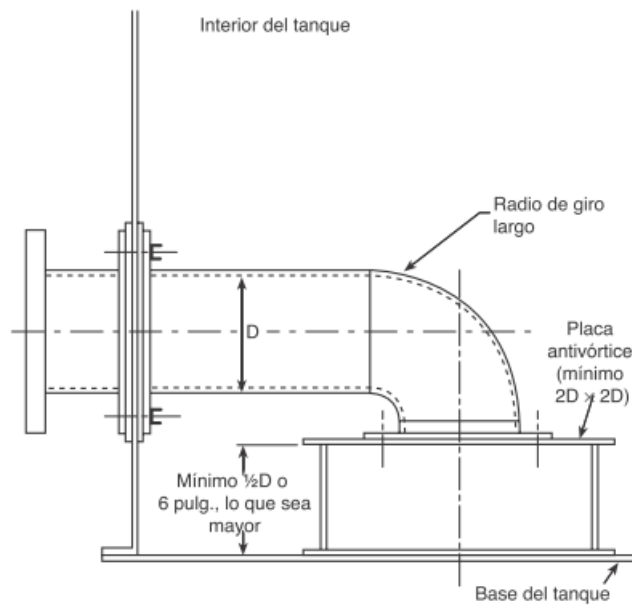


Figura 4.77: Ilustración típica de un tanque subterráneo

Fuente: Figura A.11.2 NFPA 22 (edición 2013 en inglés).



Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm.

Figura 4.78: Ensamble típico de una placa antivórtice

Fuente: Figura A.4.14.10 NFPA 20 (edición 2013 en español).

Consideraciones de diseño

Dentro de las consideraciones de diseño especiales del tanque de almacenamiento de agua se tienen las siguientes:

- El mismo va a ser abastecido por las aguas llovidas recolectadas por las superficies de techo de una parte de los bajantes del edificio existente, pero se puede ampliar o cambiar por todos los bajantes de la torre de parqueos por construir y con redundancia a la red pública de agua potable. Los bajantes del edificio existentes están por sectores, así que sólo se conectarán al tanque los que están al costado norte, esto es frente al cuarto de bombas propuesto (ver Figura 4.79).
- Como ya se mencionó, el tanque de almacenamiento es subterráneo con bomba vertical de turbina, para que no comprometa el área de construcción, además es más sencillo de conectar al sistema de alcantarillado de recolección de aguas llovidas. Véase la Figura 4.80 para la ubicación de cuarto de bombas y tanque de agua.
- Se debe colocar un mecanismo de boya que cierre el paso del agua potable cuando el tanque esté lleno.
- El diseño contempla también que el “múltiple de pruebas” se ubique en la torre de parqueos o un área interna, a la que se le hace un sistema de alcantarillado y recolección de aguas a la losa que retorne al tanque pasando por una serie de trampas mecánicas. Los tubos de este alcantarillado serán de 6 pulgadas en PVC o preferiblemente un caño en concreto con un volumen similar para manejar los 1125 gpm que serán descargados.
- El agua llovida que se utilice como alimentación del tanque, así como el agua que se descargue durante las pruebas a la bomba por el cabezal de pruebas y que retorna al tanque deberá pasar por una serie de trampas mecánicas que separen los sólidos en suspensión como piedras y otros, así como posibles grasas.
- La pendiente de todas las tuberías por gravedad será de un 1%.

- La capacidad mínima del tanque según lo que dicta la normativa para una bomba de 750 gpm sería de 22500 galones, pero por los 3 metros necesarios que debe de tener el tanque de agua para alojar la succión de la bomba de turbina vertical, según lo observado en el submittal respectivo, se va a dimensionar el tanque de 6x6 metros de área (2 espacios de parqueo) y 3 metros de profundidad para un volumen total de 108 000 litros (28530 galones).
- Por utilizar el agua llovida como alimentación se debe conectar el tanque de captación a una tubería de rebalse de gran diámetro en caso de una lluvia torrencial que produzca que se rebase la capacidad de almacenamiento del tanque. La tubería del rebalse será de 8 pulgadas en PVC y descargará directamente al alcantarillado de la calle o si las alturas lo permiten, retornará al caño previsto actualmente. En caso contrario se permitirá que cuando el tanque se rebalse, el agua llovida no pueda entrar más al tanque y esta tenga que seguir el camino previsto de desagüe hacia el caño.



Figura 4.79: Cuatro bajantes del costado norte del edificio existente

Fuente: elaboración propia



Figura 4.80: Ubicación del cuarto de bombas y tanque de agua

Fuente: elaboración propia

Según el Instituto Meteorológico Nacional sobre un área de San José centro caen en promedio 10-15 mm de precipitación los días que llueve, esto es 10-15 litros de agua por m^2 de área. Tomando en cuenta que el área considerada de techos del edificio existente es de alrededor de 771m^2 (véase Figura 4.81), entonces por cada vez que llueva en promedio se van a recolectar de 7710 – 11565 litros.



Figura 4.81: Superficie de techos a considerar

Fuente: elaboración propia

Diseño del esquema de recolección del agua llovida y agua descargada del
cabezal de pruebas.

El esquema del alcantarillado de recolección del agua descargada desde el
cabezal de pruebas se puede proponer como el de la siguiente figura:

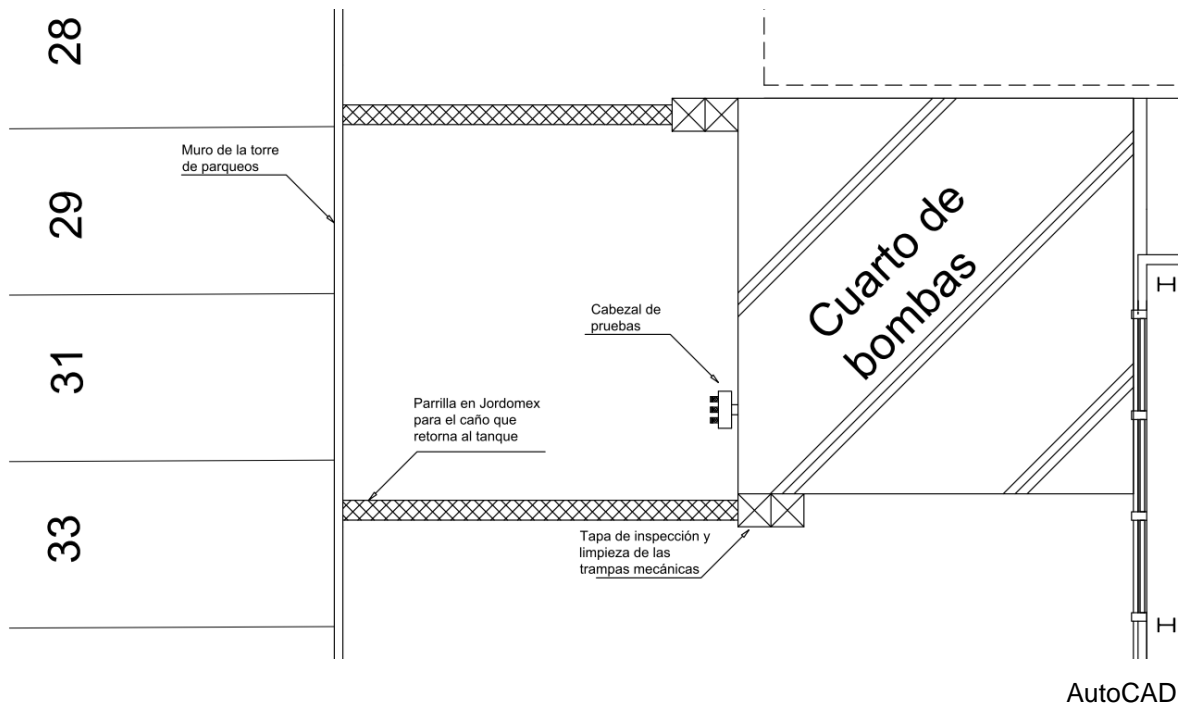


Figura 4.82: Esquema propuesto para la recolección del agua descargada por el cabezal de pruebas

Fuente: elaboración propia

Las trampas a utilizar para separar sólidos en suspensión y grasas serán como las siguientes:

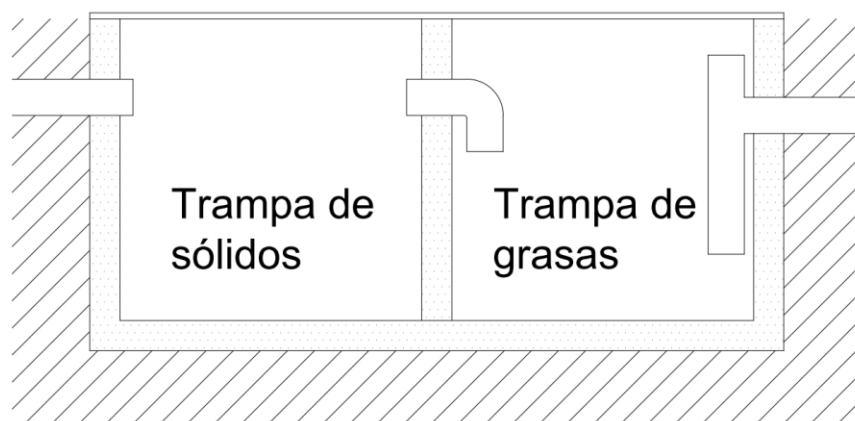


Figura 4.83: Esquema propuesto para las trampas

Fuente: elaboración propia

Se espera que con el diseño propuesto del tanque de agua se pueda ahorrar al máximo el uso del agua potable.

4.7. Diseño del sistema de tuberías privadas de alimentación

El diseño de las tuberías de alimentación para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica se va a basar en los criterios de diseño que dicta la NFPA 24, *Norma para la instalación de tuberías principales privadas para servicios de protección contra incendios y sus accesorios*, edición 2013 en español, cualquier artículo que se use de referencia en esta parte de este escrito deberá entenderse que se refiere a la norma anterior en esa edición, salvo que se indique lo contrario.

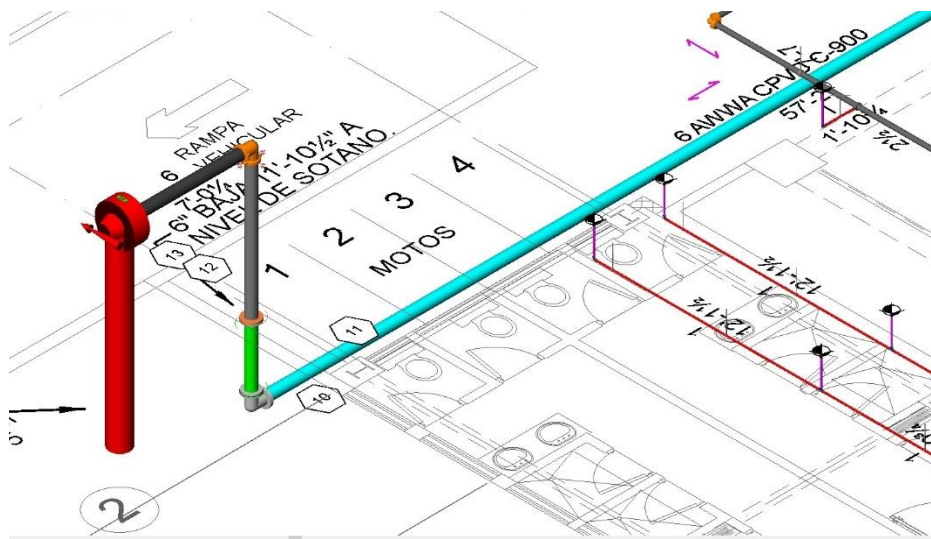
Al encontrarse al final del diseño propuesto en este proyecto, mucho de lo que dicta la NFPA 24 ya fue expuesto y aplicado, de importancia se encuentra el capítulo 10, Tubería subterránea, del que se extraen los siguientes puntos:

- Según 10.1.1 la tubería subterránea debe ser listada y cumplir con la Tabla 10.1.1 (no mostrada)
- Los accesorios enterrados deben cumplir con 10.2
- La profundidad de a la que se entierra la tubería debe cumplir con 10.4, el cual indica que la tubería bajo vías de acceso debe estar enterrada a una profundidad mínima de 3 pies (0.9 m)
- Según 10.6.7, cuando sea necesario unir tubería metálica con tubería de un metal disímil, la unión debe estar aislada contra el paso de una corriente eléctrica utilizando un método aprobado.

Teniendo en cuenta lo anterior, más todas las consideraciones de la NFPA 24, el diseño realizado es el siguiente para la tubería principal de alimentación:

- La tubería enterrada es de PVC AWWA C-900 a 1.2 metros de profundidad y la transición es de hierro dúctil, con niple bridado de hierro dúctil en 6". Los codos son de 6x90 MJxMJ en hierro dúctil con restrictor.

Lo anterior, como se verá en la presentación de los planos, es lo que realmente se utilizó para el modelado y cálculo de todo el sistema mediante el software utilizado para el cálculo hidráulico (véase Figura 4.84).



AutoSPRINK

Figura 4.84: Tubería enterrada y transición

Fuente: elaboración propia

4.8. Diseño del sistema de extintores manuales

La NFPA 10, *Norma para extintores portátiles contra incendios*, es la encargada del diseño del sistema de extintores, su ubicación, tipos a utilizar y demás.

Como el autor de este escrito es bombero voluntario y como también se espera que el lector tenga una mínima noción de qué es un sistema fijo contra incendio y sus accesorios, no se van a definir qué son tipos de extintores clase A, B, C, D o K, se deja esto de tarea al lector ya que además se sale del alcance de este texto.

Como ya se vio en el apartado del marco teórico de este proyecto, cualquier edificio que cuente con un sistema fijo contra incendios debe contar además con extintores portátiles como complemento. Para tal caso se debe incluir en planos la ubicación y tipo de extintores según la normativa.

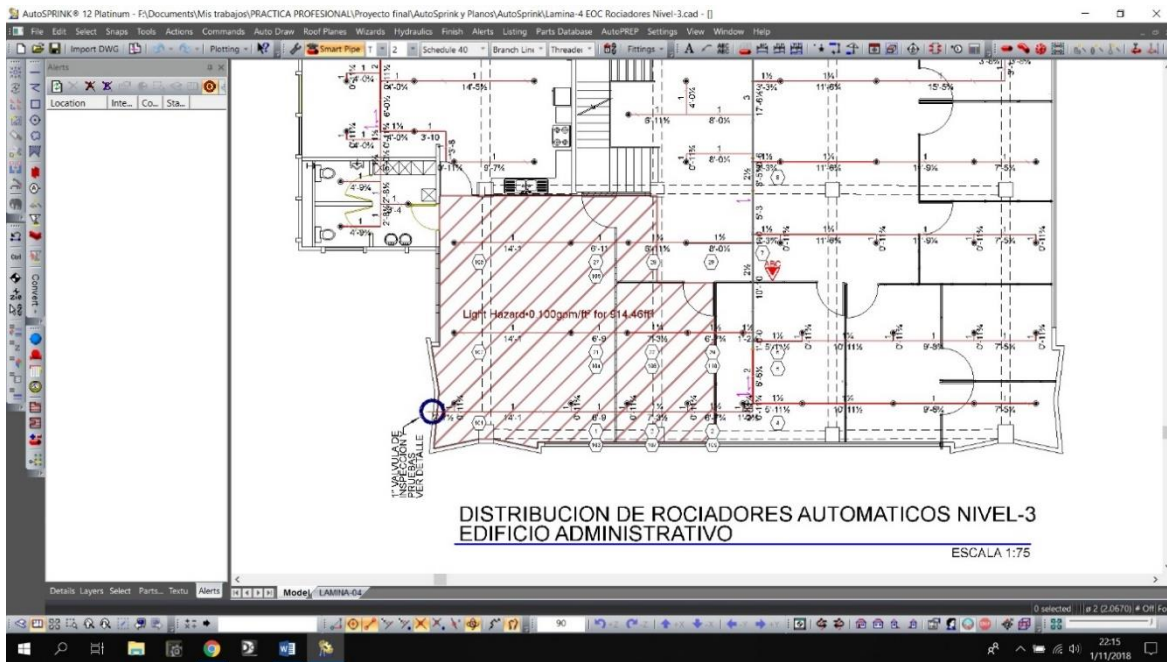
Para el presente diseño se utilizaron extintores ABC de 4,54 kg, ubicados de manera tal que no se deba recorrer más de 15 m para alcanzar el extintor. Lo anterior se muestra en planos al final de este escrito.

4.9. Cálculo con el software de simulación hidráulico

El software utilizado para el cálculo hidráulico es el AutoSPRINK, software por excelencia a nivel mundial para el diseño de sistemas de rociadores contra incendios.

AutoSPRINK es un software desarrollado por la empresa MEPCAD que provee al usuario de un ambiente amigable, claridad y exactitud en los cálculos como probablemente ningún otro software similar en el mercado.

El autor de este proyecto aprendió a utilizar AutoSPRINK basándose en tutoriales y bajo la supervisión y guía de don Marcos Gonzales, quien dedicó bastante tiempo a ayudarme con el programa (véase Figura 4.85).

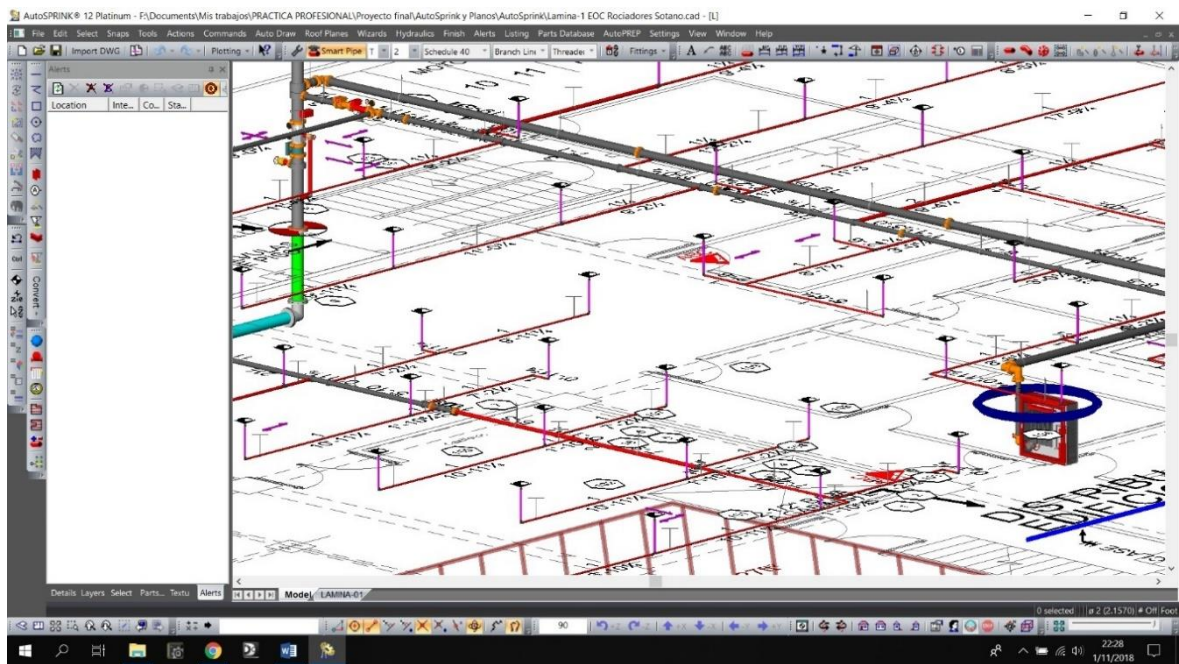


AutoSPRINK

Figura 4.85: Recorte de pantalla AutoSPRINK

Fuente: elaboración propia

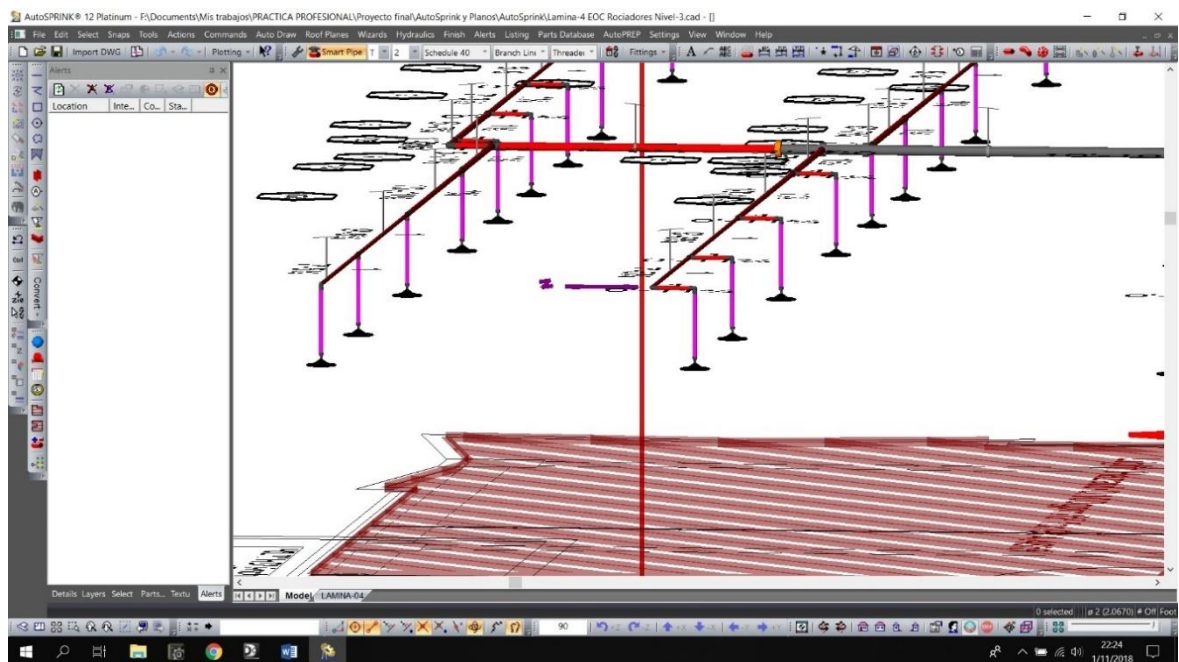
Se debe recordar que los rociadores del sótano son *upright* (Figura 4.86) y los del resto de niveles son *pendent* (Figura 4.87)



AutoSPRINK

Figura 4.86: Rociadores upright AutoSPRINK

Fuente: elaboración propia



AutoSPRINK

Figura 4.87: Rociadores pendent AutoSPRINK

Fuente: elaboración propia

Seguido se muestran los objetivos que se van a abarcar con ayuda de AutoSPRINK:

- 1) Comprobación del cálculo hidráulico
- 2) Optimización de los diámetros de las tuberías
- 3) Presentación de los planos del sistema

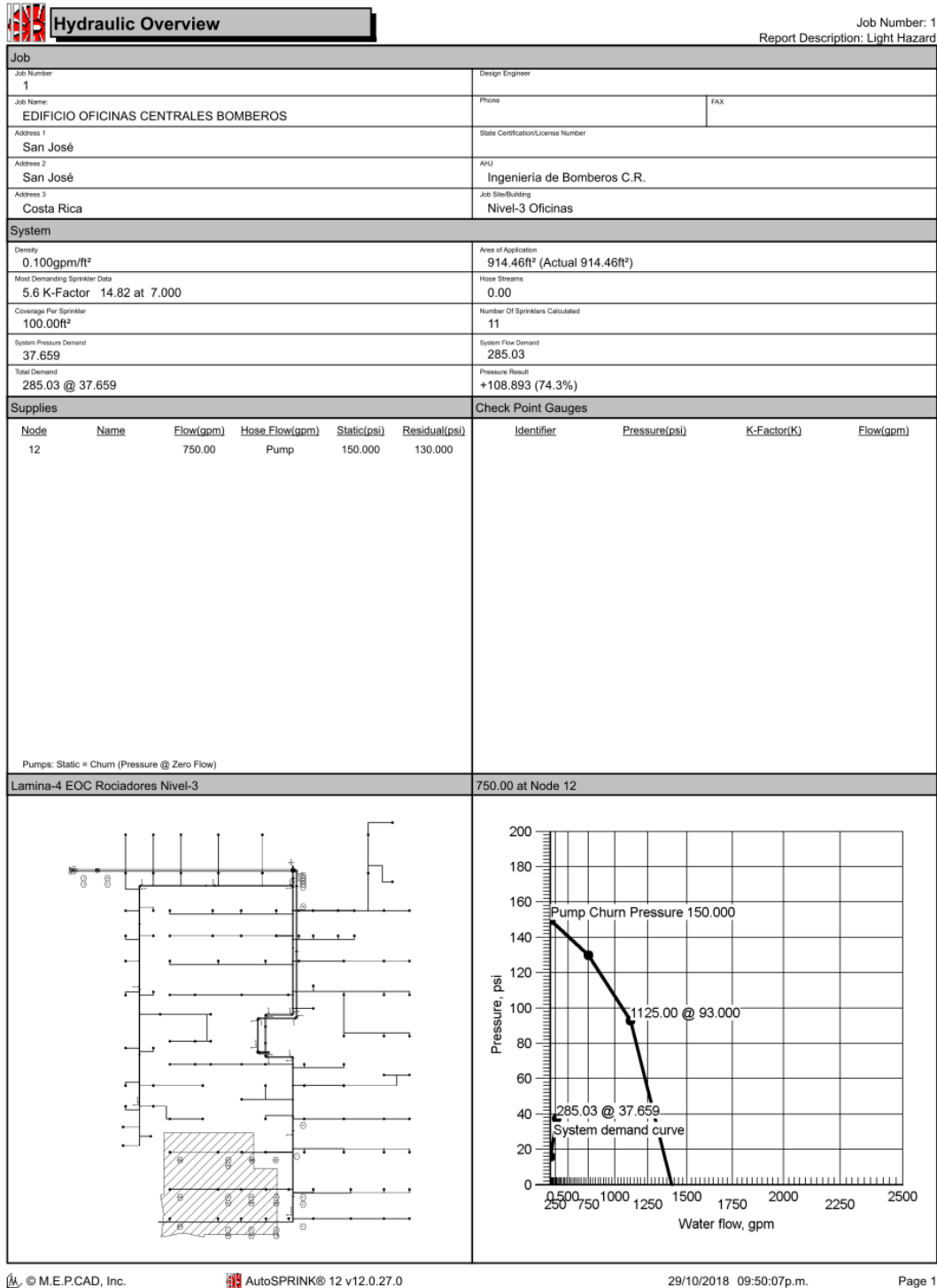
Comprobación del cálculo hidráulico y optimización de diámetros

El cálculo hidráulico que se va a comprobar es el del nivel III y el del gabinete más remoto, de paso se realizaron las optimizaciones en los diámetros de las tuberías. Acá se muestra la corrida hidráulica para el nivel III, que como ya se sabe es el área más remota hidráulicamente. Para efectos de comprobación se muestra el cálculo hidráulico de todos los demás niveles en el Anexo C.

Por facilidad con el uso del software se cambiaron las tuberías para Cédula 10 todas aquellas que son ranuradas con juntas mecánicas y se dejaron en Cédula 40 todas las tuberías que vayan a usarse roscadas.

Se debe mencionar también que para efectos de cálculo se utilizó la curva real brindada por el fabricante para una bomba de turbina vertical marca AC Fire Pump de 750gpm @ 130psi mostrada en el submittal del Anexo D.

Corrida hidráulica para el nivel III con AutoSPRINK





Hydraulic Summary

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

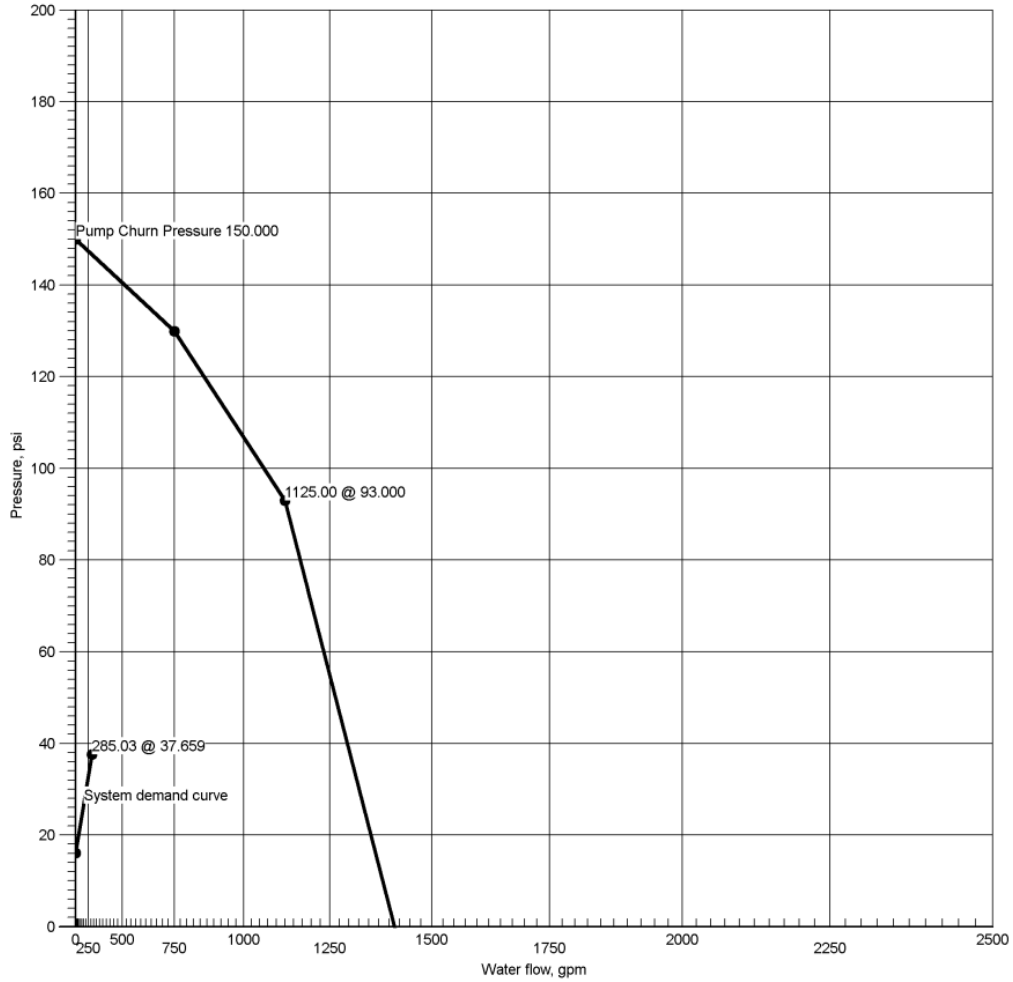
Job											
Job Number 1	Design Engineer										
Job Name: EDIFICIO OFICINAS CENTRALES BOMBEROS	State Certification/License Number										
Address 1 San José	AHJ Ingeniería de Bomberos C.R.										
Address 2 San José	Job Site/Building Nivel-3 Oficinas										
Address 3 Costa Rica	Drawing Name Lamina-4 EOC Rociadores Nivel-3										
System	Remote Area(s)										
Most Demanding Sprinkler Data 5.6 K-Factor 14.82 at 7.000	Occupancy Light Hazard										
Hose Allowance At Source 0.00	Density 0.100gpm/ft²										
Additional Hose Supplies Node Flow(gpm) Hose At Node 30 100.00	Area of Application 914.46ft² (Actual 914.46ft²)										
	Number Of Sprinklers Calculated 11										
	Coverage Per Sprinkler 100.00ft²										
	AutoPeak Results: Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area Left: 32.978										
Total Hose Streams 100.00											
System Flow Demand 285.03	Total Water Required (Including Hose Allowance) 285.03										
Maximum Pressure Unbalance In Loops 0.000											
Maximum Velocity Above Ground 12.16 between nodes 28 and 27											
Maximum Velocity Under Ground 3.37 between nodes 10 and 19											
Volume capacity of Wet Pipes 400.03gal	Volume capacity of Dry Pipes										
Supplies											
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	@	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)
12		Pump	150.000	130.000		750.00	146.552		285.03	37.659	108.893
Pumps: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)											
Contractor											
Contractor Number		Contract Name Fernando Vargas Zuñiga		Contact Title							
Name of Contractor:		Phone 8896-4392		Extension							
Address 1		FAX									
Address 2		E-mail fervazu@hotmail.com									
Address 3		Web-Site									



Hydraulic Graph

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pump at Node 12



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 12	150.000	130.000 @ 750.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	150.000	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	146.552 @ 285.03	
System Demand		
37.659 @ 285.03		



Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Device		Actual Flow (gpm)	Minimum Flow (gpm)	K-Factor (K)	Pressure (psi)		
Hose	30	100.00	100.00	0	22.338		
⇒ Sprinkler	101	14.82	10.00	5.6	7.000		
Sprinkler	102	15.03	10.00	5.6	7.200		
Sprinkler	103	15.80	10.00	5.6	7.961		
Sprinkler	104	15.84	10.00	5.6	7.997		
Sprinkler	105	15.96	10.00	5.6	8.118		
Sprinkler	106	16.81	10.00	5.6	9.010		
Sprinkler	107	17.46	10.00	5.6	9.726		
Sprinkler	108	17.56	10.00	5.6	9.838		
Sprinkler	109	18.47	10.00	5.6	10.883		
Sprinkler	110	18.61	10.00	5.6	11.041		
Sprinkler	111	18.67	10.00	5.6	11.117		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Route 1							
DR	1.0490	14.82	5.50	120	0.074703	16'-8"	Pf 1.769
101	8'-6"	14.82	5.6	7.000	Sprinkler,	7'-0"	Pe -0.702
1	10'-2			8.067	E(2'-0), T(5'-0)	23'-8"	Pv
OR	1.0490	30.62	11.37	120	0.286084	6'-9"	Pf 1.930
1	10'-2	15.80		8.067	Flow (q) from Route 3	6'-9"	Pe
2	10'-2			9.997			Pv
OR	1.3800	48.08	10.31	120	0.173420	7'-3"	Pf 1.263
2	10'-2	17.46		9.997	Flow (q) from Route 7		Pe
3	10'-2			11.260		7'-3"	Pv
OR	1.6100	66.56	10.49	120	0.149383	8'-10"	Pf 1.917
3	10'-2	18.47		11.260	Flow (q) from Route 9	4'-0"	Pe
4	10'-2			13.177	E(4'-0)	12'-10"	Pv
CM	2.0670	66.56	6.36	120	0.044242	6'-6"	Pf 0.288
4	10'-2			13.177			Pe
5	10'-2			13.466		6'-6"	Pv
CM	2.6350	66.56	3.92	120	0.013563	1'-11"	Pf 0.027
5	10'-2			13.466			Pe
6	10'-2			13.492		1'-11"	Pv
CM	2.6350	133.59	7.86	120	0.049219	10'-10"	Pf 0.533
6	10'-2	67.03		13.492	Flow (q) from Route 2		Pe
7	10'-2			14.026		10'-10"	Pv
CM	2.6350	185.03	10.89	120	0.089916	10'-2"	Pf 0.917
7	10'-2	51.44		14.026	Flow (q) from Route 5		Pe
8	10'-2			14.943		10'-2"	Pv
CM	3.2600	185.03	7.11	120	0.031891	86'-10"	Pf 5.386
8	10'-2			14.943		81'-11"	Pe
14	10'-2			20.329	4LiE(6'-8"), 2f(-0.000), CV(21'-6), BV(13'-5"), mecT(20'-2)	168'-10"	Pv
FR	6.3570	185.03	1.87	120	0.001234	6'-10"	Pf 0.008
14	10'-2			20.329			Pe 2.983
20	3'-3"			23.320		6'-10"	Pv
FR	6.3570	285.03	2.88	120	0.002744	30'-6"	Pf 0.084
20	3'-3"	100.00		23.320	Flow (q) from Route 12		Pe 13.231
16	-27'-2"			36.635		30'-6"	Pv
FM	6.3570	285.03	2.88	120	0.002744	9'-4"	Pf 0.026
16	-27'-2"			36.635			Pe 4.057
18	-36'-7			40.718		9'-4"	Pv
UG	6.2800	285.03	2.95	140	0.002189	4'-0"	Pf 0.057
18	-36'-7			40.718			Pe 1.734
19	-40'-7			42.509	E(22'-0")	26'-0"	Pv
UG	5.8800	285.03	3.37	150	0.002655	57'-2	Pf 0.200
19	-40'-7			42.509		18'-2"	Pe
10	-40'-7			42.709	E(18'-2")	75'-4	Pv
UG	6.2800	285.03	2.95	140	0.002189	4'-0"	Pf 0.009
10	-40'-7			42.709			Pe -1.734
11	-36'-7			40.984		4'-0"	Pv
FM	6.3570	285.03	2.88	120	0.002744	14'-10"	Pf 0.089
11	-36'-7			40.984		17'-7"	Pe -3.414
12	-28'-8"			37.659	E(17'-7")	32'-6	Pv
Pump							
12		285.03	Velocity	37.659	Rating: 130.000 @ 750.00		
13		Q=285.03	0.82	-108.893	Churn Pressure: 150.000		
		0.00			Hose Allowance At Source		
12		285.03					
Route 2							
DR	1.0490	15.03	5.58	120	0.076672	15'-8"	Pf 1.357
102	8'-6"	15.03	5.6	7.200	Sprinkler,	2'-0"	Pe -0.702
21	10'-2			7.854	E(2'-0)	17'-8"	Pv
OR	1.0490	30.86	11.46	120	0.290344	6'-9"	Pf 1.959
21	10'-2	15.84		7.854	Flow (q) from Route 4		Pe
22	10'-2			9.813		6'-9"	Pv
OR	1.3800	48.43	10.39	120	0.175730	7'-3"	Pf 1.280
22	10'-2	17.56		9.813	Flow (q) from Route 8		Pe
24	10'-2			11.093		7'-3"	Pv
OR	1.6100	67.03	10.56	120	0.151378	7'-10"	Pf 2.399
24	10'-2	18.61		11.093	Flow (q) from Route 10	8'-0"	Pe
6	10'-2			13.492	mecT(8'-0)	15'-10"	Pv
Route 3							



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
DR	1.0490	15.80	5.87	120	0.084141		
103	8'-6½"	15.80	5.6	7.961	Sprinkler,	2'-7¼"	Pf 0.808
1	10'-2"		8.067		E(2'-0), T(5'-0)	7'-0"	Pe -0.702
						9'-7¼"	Pv
***** Route 4 *****							
DR	1.0490	15.84	5.88	120	0.084494		
104	8'-6½"	15.84	5.6	7.997	Sprinkler,	1'-7½"	Pf 0.559
21	10'-2"		7.854		T(5'-0)	5'-0"	Pe -0.702
						6'-7½"	Pv
***** Route 5 *****							
DR	1.0490	15.96	5.92	120	0.085681		
105	8'-6½"	15.96	5.6	8.118	Sprinkler,	15'-8¼"	Pf 1.516
27	10'-2"		8.932		E(2'-0)	2'-0"	Pe -0.702
						17'-8¼"	Pv
OR	1.0490	32.77	12.16	120	0.324332		
27	10'-2"	16.81		8.932	Flow (q) from Route 6	6'-11"	Pf 2.241
28	10'-2"		11.174			6'-11"	Pe
							Pv
OR	1.3800	51.44	11.03	120	0.196473		
28	10'-2"	18.67		11.174	Flow (q) from Route 11	6'-11½"	Pf 1.367
29	10'-2"		12.540			6'-11½"	Pe
							Pv
OR	1.6100	51.44	8.11	120	0.092741		
29	10'-2"		12.540			8'-0¼"	Pf 1.485
7	10'-2"		14.026		mecT(8'-0)	8'-0"	Pe
						16'-0¼"	Pv
***** Route 6 *****							
DR	1.0490	16.81	6.24	120	0.094349		
106	8'-6½"	16.81	5.6	9.010	Sprinkler,	1'-7½"	Pf 0.625
27	10'-2"		8.932		T(5'-0)	5'-0"	Pe -0.702
						6'-7½"	Pv
***** Route 7 *****							
DR	1.0490	17.46	6.48	120	0.101270		
107	8'-6½"	17.46	5.6	9.726	Sprinkler,	2'-7¼"	Pf 0.973
2	10'-2"		9.997		E(2'-0), T(5'-0)	7'-0"	Pe -0.702
						9'-7¼"	Pv
***** Route 8 *****							
DR	1.0490	17.56	6.52	120	0.102341		
108	8'-6½"	17.56	5.6	9.838	Sprinkler,	1'-7½"	Pf 0.677
22	10'-2"		9.813		T(5'-0)	5'-0"	Pe -0.702
						6'-7½"	Pv
***** Route 9 *****							
DR	1.0490	18.47	6.86	120	0.112362		
109	8'-6½"	18.47	5.6	10.883	Sprinkler,	2'-7¼"	Pf 1.079
3	10'-2"		11.260		E(2'-0), T(5'-0)	7'-0"	Pe -0.702
						9'-7¼"	Pv
***** Route 10 *****							
DR	1.0490	18.61	6.91	120	0.113872		
110	8'-6½"	18.61	5.6	11.041	Sprinkler,	1'-7½"	Pf 0.754
24	10'-2"		11.093		T(5'-0)	5'-0"	Pe -0.702
						6'-7½"	Pv
***** Route 11 *****							
DR	1.0490	18.67	6.93	120	0.114597		
111	8'-6½"	18.67	5.6	11.117	Sprinkler,	1'-7½"	Pf 0.759
28	10'-2"		11.174		T(5'-0)	5'-0"	Pe -0.702
						6'-7½"	Pv
***** Route 12 *****							
OR	2.4690	100.00	6.70	120	0.039544		
30	3'-3½"	100.00		22.338	Hose	0'-10"	Pf 0.982
20	3'-3½"			23.320	mecT(12'-0), C(12'-0)	24'-0"	Pe -0.000
						24'-10"	Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)

$$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$$

C Value Multiplier

Value Of C	100	130	140	150
Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

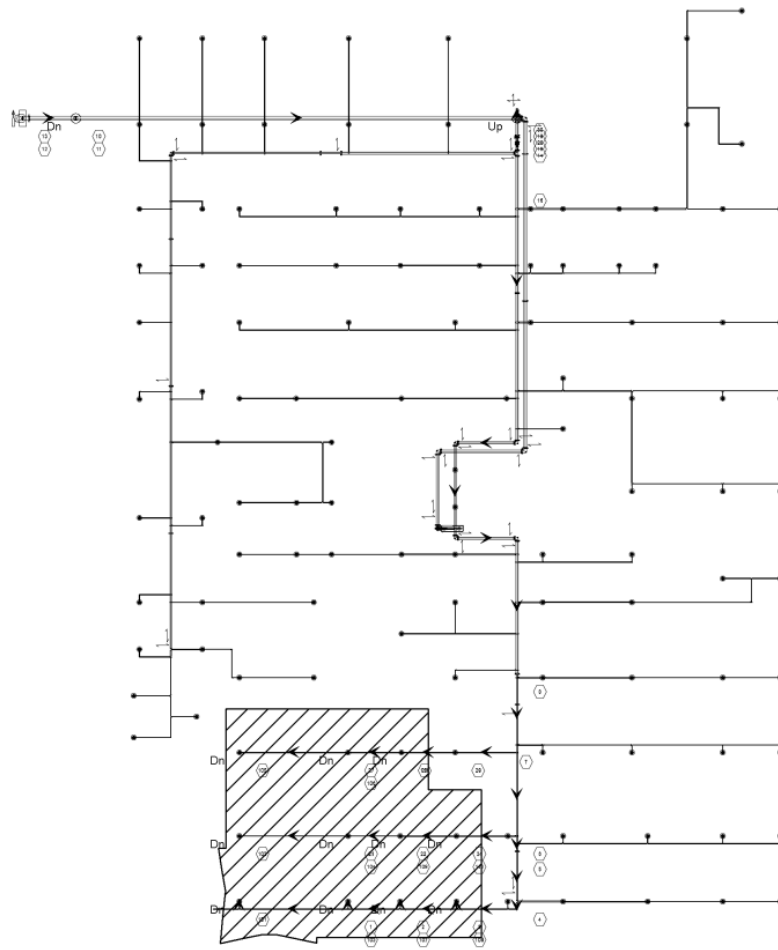
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Pipe Type Legend		Units Legend				Fittings Legend	
AO	Arm-Over	Diameter	Inch			ALV	Alarm Valve
BL	Branch Line	Elevation	Foot			AngV	Angle Valve
CM	Cross Main	Flow	gpm			b	Bushing
DN	Drain	Discharge	gpm			BaV	Ball Valve
DR	Drop	Velocity	fps			BFP	Backflow Preventer
DY	Dynamic	Pressure	psi			BV	Butterfly Valve
FM	Feed Main	Length	Foot			C	Cross Flow Turn 90°
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/Foot			cplg	Coupling
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant			Cr	Cross Run
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe			CV	Check Valve
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe			DeIV	Deluge Valve
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points			DPV	Dry Pipe Valve
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points			E	90° Elbow
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe			EE	45° Elbow
						Ee1	11¼° Elbow
						Ee2	22½° Elbow
						f	Flow Device
						fd	Flex Drop
						FDC	Fire Department Connection
						fE	90° FireLock(TM) Elbow
						fEE	45° FireLock(TM) Elbow
						flg	Flange
						FN	Floating Node
						IT	FireLock(TM) Tee
						g	Gauge
						GloV	Globe Valve
						GV	Gate Valve
						Ho	Hose
						Hose	Hose
						HV	Hose Valve
						Hyd	Hydrant
						LIE	Long Turn Elbow
						mecT	Mechanical Tee
						Noz	Nozzle
						P1	Pump In
						P2	Pump Out
						PIV	Post Indicating Valve
						PO	Pipe Outlet
						PRV	Pressure Reducing Valve
						PrV	Pressure Relief Valve
						red	Reducer/Adapter
						S	Supply
						sCV	Swing Check Valve
						Spr	Sprinkler
						St	Strainer
						T	Tee Flow Turn 90°
						Tr	Tee Run
						U	Union
						WirF	Wirsbo
						WMV	Water Meter Valve
						Z	Cap



Flow Diagram (Top View)

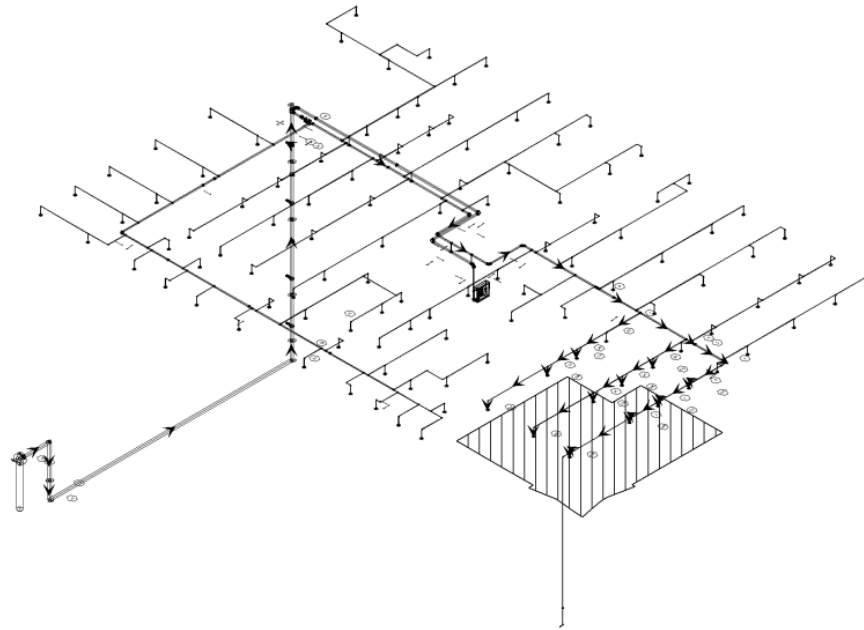
Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

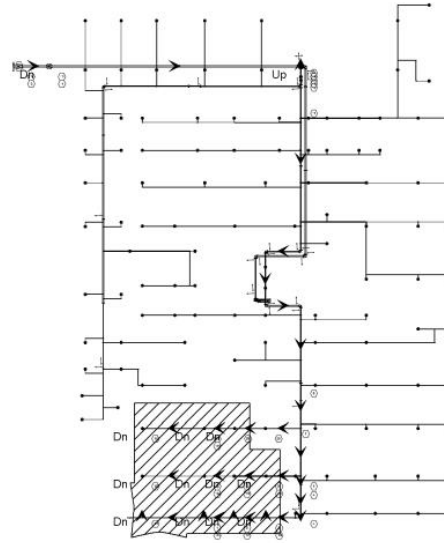




Flow Diagram (Isometric View)

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

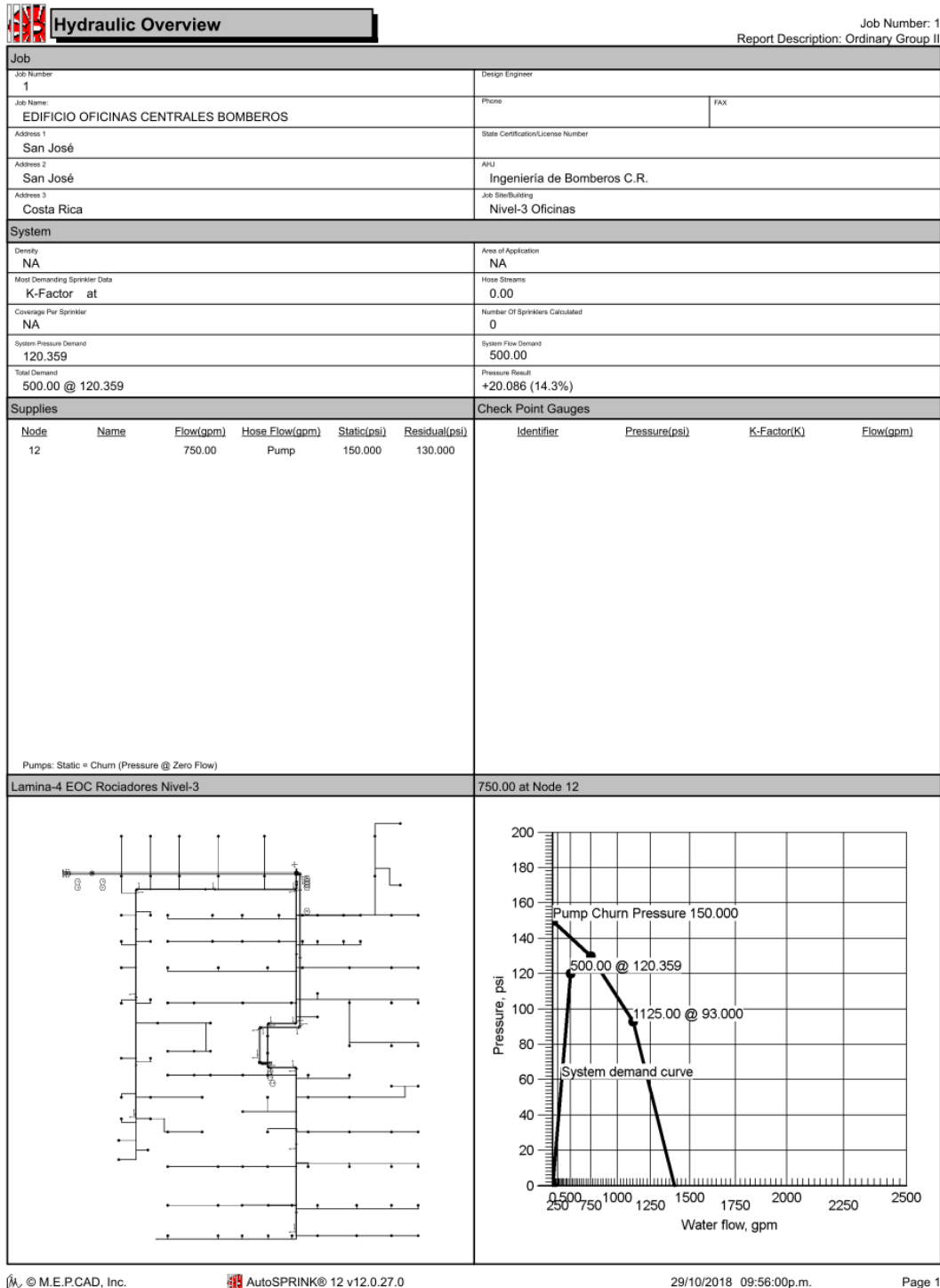




Se comprueba el cálculo realizado “a mano” para el que se obtuvo como resultado 315.8 gpm @ 45.1 psi. Como era de esperarse, con AutoSPRINK la demanda es menor pues obviamente el software es más preciso y eficiente a la hora de realizar los cálculos. Con AutoSPRINK el resultado es de 285 gpm @ 37.67 psi.

De igual manera se muestra el cálculo hidráulico para el gabinete más remoto ubicado en el nivel III.

Corrida hidráulica para el gabinete del nivel III con AutoSPRINK





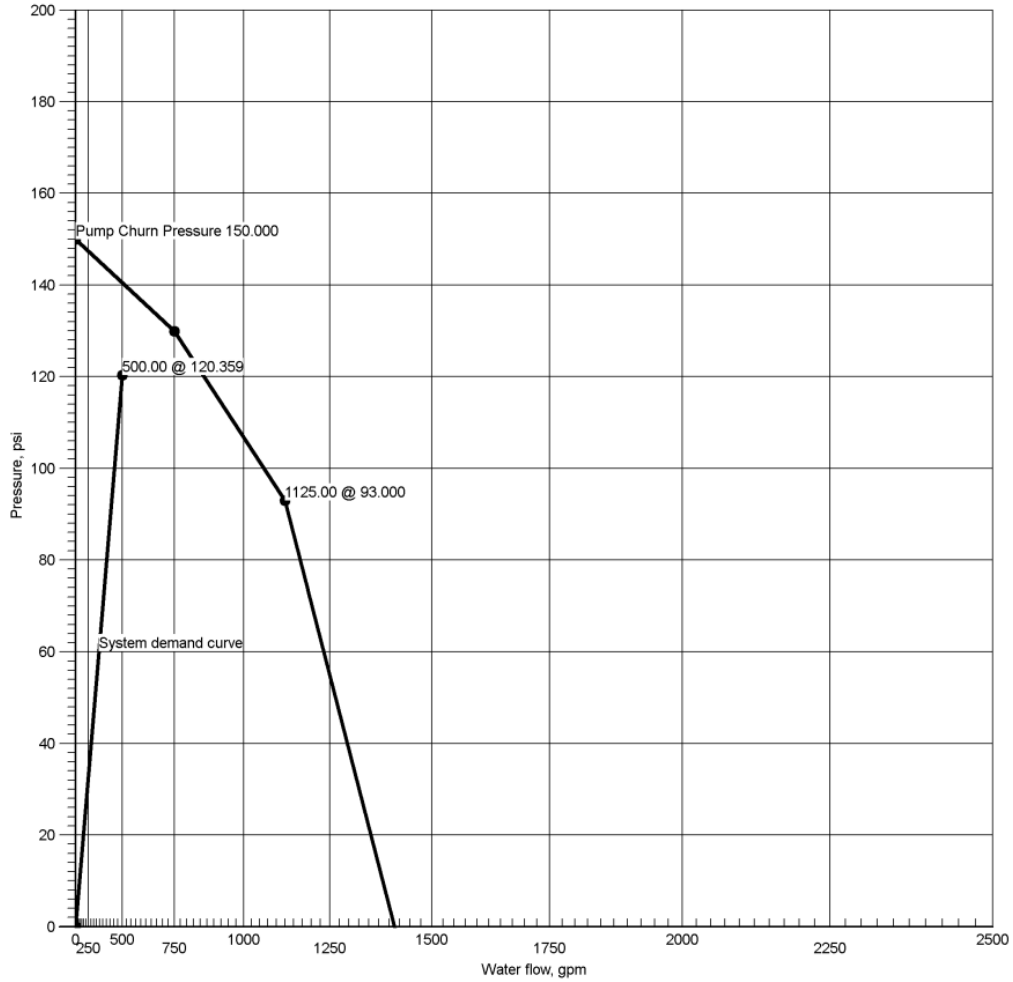
Hydraulic Summary

Job Number: 1
Report Description: Ordinary Group II

Job																	
Job Number 1					Design Engineer												
Job Name: EDIFICIO OFICINAS CENTRALES BOMBEROS					State Certification/License Number												
Address 1 San José					AHJ Ingeniería de Bomberos C.R.												
Address 2 San José					Job Site/Building Nivel-3 Oficinas												
Address 3 Costa Rica					Drawing Name Lamina-4 EOC Rociadores Nivel-3												
System					Remote Area(s)												
Most Demanding Sprinkler Data K-Factor at					Occupancy NA			Job Suffix Manually Flowing									
Hose Allowance At Source 0.00					Density NA			Area of Application NA									
Additional Hose Supplies					Number Of Sprinklers Calculated 0			Coverage Per Sprinkler NA									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Node</th> <th>Flow(gpm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hose At Node 30</td> <td>250.00</td> </tr> <tr> <td>Hose At Node 215</td> <td>250.00</td> </tr> </tbody> </table>					Node	Flow(gpm)	Hose At Node 30	250.00	Hose At Node 215	250.00	AutoPeak Results: Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area						
Node	Flow(gpm)																
Hose At Node 30	250.00																
Hose At Node 215	250.00																
Total Hose Streams 500.00																	
System Flow Demand 500.00			Total Water Required (Including Hose Allowance) 500.00														
Maximum Pressure Unbalance In Loops 0.000																	
Maximum Velocity Above Ground 16.75 between nodes 20 and 30																	
Maximum Velocity Under Ground 5.91 between nodes 10 and 19																	
Volume capacity of Wet Pipes 400.03gal			Volume capacity of Dry Pipes														
Supplies																	
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	@	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)						
12		Pump	150.000	130.000		750.00	140.445		500.00	120.359	20.086						
Pumps: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)																	
Contractor																	
Contractor Number				Contact Name Fernando Vargas Zuñiga				Contact Title									
Name of Contractor				Phone 8896-4392				Extension									
Address 1				FAX													
Address 2				E-mail fervazu@hotmail.com													
Address 3				Web-Site													



Pump at Node 12



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 12	150.000	130.000 @ 750.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	150.000	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	140.445 @ 500.00	
System Demand		
120.359 @ 500.00		



Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 1
Report Description: Ordinary Group II

Device		Actual Flow (gpm)	Minimum Flow (gpm)	K-Factor (K)	Pressure (psi)		
Hose	30	250.00	250.00	0	99.822		
Hose	215	250.00	250.00	25	100.000		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Ordinary Group II

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
***** Route 1 *****							
OR	2.4690	250.00	16.75	120	0.215409	0'-8"	Pf 1.004
215	3'-3 1/4	250.00		100.000	Hose(-100.000)	4'-0"	Pe
211	3'-3 1/4			101.004	LtE(4'-0)	4'-8"	Pv
CM	2.6350	250.00	14.71	120	0.156906	7'-3 3/4"	Pf 2.010
211	3'-3 1/4			101.004		5'-6"	Pe -3.172
214	10'-7 1/4			99.842	LtE(5'-6)	12'-9 3/4"	Pv
CM	4.2600	250.00	5.63	120	0.015122	65'-6 1/4"	Pf 2.146
214	10'-7 1/4			99.842		76'-4 1/4"	Pe
50	10'-7 1/4			101.988	3LtE(7'-10 3/4), mecT(26'-4), C(26'-4)	141'-10 3/4"	Pv
FR	6.3570	250.00	2.53	120	0.002153	7'-3 3/4"	Pf 0.016
50	10'-7 1/4			101.988			Pe 3.168
20	3'-3 1/4			105.171		7'-3 3/4"	Pv
FR	6.3570	500.00	5.05	120	0.007761	30'-6 3/4"	Pf 0.237
20	3'-3 1/4	250.00		105.171	Flow (q) from Route 2		Pe 13.231
16	-27'-2 1/4			118.639		30'-6 3/4"	Pv
FM	6.3570	500.00	5.05	120	0.007761	9'-4 1/4"	Pf 0.073
16	-27'-2 1/4			118.639			Pe 4.057
18	-36'-7			122.769		9'-4 1/4"	Pv
UG	6.2800	500.00	5.18	140	0.006192	4'-0"	Pf 0.161
18	-36'-7			122.769		22'-0 3/4"	Pe 1.734
19	-40'-7			124.664	E(22'-0 3/4)	26'-0 3/4"	Pv
UG	5.8800	500.00	5.91	150	0.007509	57'-2"	Pf 0.566
19	-40'-7			124.664		18'-2 1/4"	Pe
10	-40'-7			125.230	E(18'-2 1/4)	75'-4"	Pv
UG	6.2800	500.00	5.18	140	0.006192	4'-0"	Pf 0.025
10	-40'-7			125.230			Pe -1.734
11	-36'-7			123.521		4'-0"	Pv
FM	6.3570	500.00	5.05	120	0.007761	14'-10 3/4"	Pf 0.252
11	-36'-7			123.521		17'-7 1/4"	Pe -3.414
12	-28'-8 1/2			120.359	E(17'-7 1/4)	32'-6"	Pv
Pump							
12		500.00		120.359	Rating: 130.000 @ 750.00		
13		Q=500.00	1.43	-20.086	Churn Pressure: 150.000		
		0.00			Hose Allowance At Source		
12		500.00					
***** Route 2 *****							
OR	2.4690	250.00	16.75	120	0.215409	0'-10"	Pf 5.349
30	3'-3 1/4	250.00		99.822	Hose	24'-0"	Pe -0.000
20	3'-3 1/4			105.171	mecT(12'-0), C(12'-0)	24'-10"	Pv
Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)				C Value Multiplier			
$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$				Value Of C	100	130	150
				Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33



Hydraulic Analysis

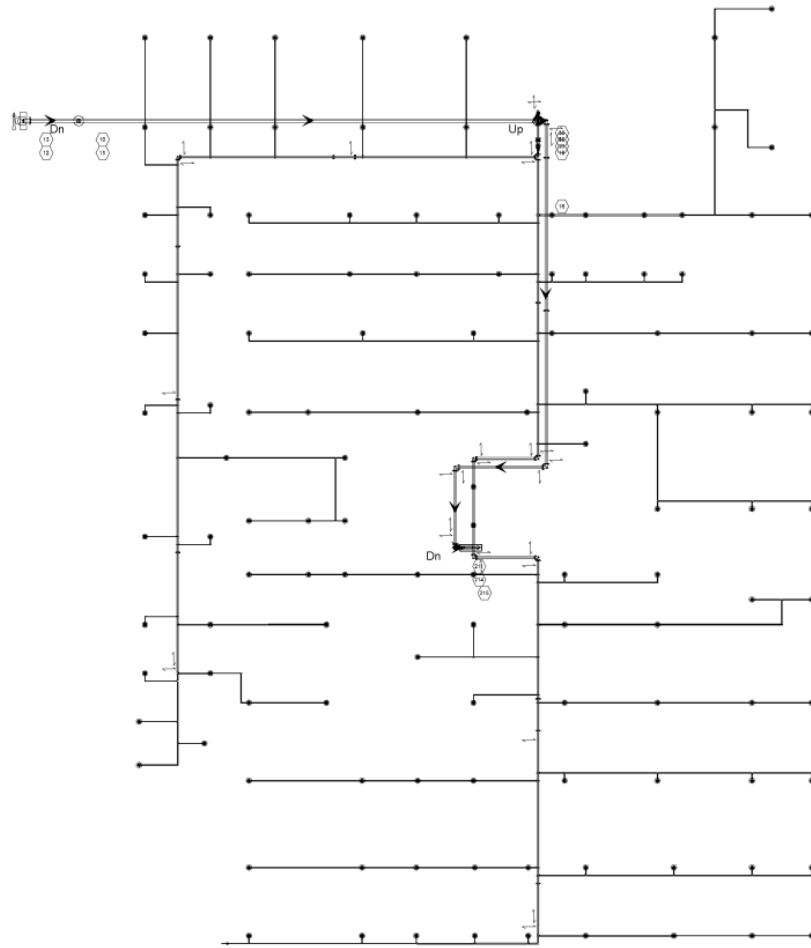
Job Number: 1
Report Description: Ordinary Group II

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Pipe Type Legend		Units Legend				Fittings Legend	
AO	Arm-Over	Diameter	Inch			ALV	Alarm Valve
BL	Branch Line	Elevation	Foot			AngV	Angle Valve
CM	Cross Main	Flow	gpm			b	Bushing
DN	Drain	Discharge	gpm			BaV	Ball Valve
DR	Drop	Velocity	fps			BFP	Backflow Preventer
DY	Dynamic	Pressure	psi			BV	Butterfly Valve
FM	Feed Main	Length	Foot			C	Cross Flow Turn 90°
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/Foot			cplg	Coupling
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant			Cr	Cross Run
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe			CV	Check Valve
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe			DeIV	Deluge Valve
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points			DPV	Dry Pipe Valve
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points			E	90° Elbow
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe			EE	45° Elbow
						Ee1	11¼° Elbow
						Ee2	22½° Elbow
						f	Flow Device
						fd	Flex Drop
						FDC	Fire Department Connection
						fE	90° FireLock(TM) Elbow
						fEE	45° FireLock(TM) Elbow
						flg	Flange
						FN	Floating Node
						IT	FireLock(TM) Tee
						g	Gauge
						GloV	Globe Valve
						GV	Gate Valve
						Ho	Hose
						Hose	Hose
						HV	Hose Valve
						Hyd	Hydrant
						LIE	Long Turn Elbow
						mecT	Mechanical Tee
						Noz	Nozzle
						P1	Pump In
						P2	Pump Out
						PIV	Post Indicating Valve
						PO	Pipe Outlet
						PRV	Pressure Reducing Valve
						PrV	Pressure Relief Valve
						red	Reducer/Adapter
						S	Supply
						sCV	Swing Check Valve
						Spr	Sprinkler
						St	Strainer
						T	Tee Flow Turn 90°
						Tr	Tee Run
						U	Union
						WirF	Wirsbo
						WMV	Water Meter Valve
						Z	Cap



Flow Diagram (Top View)

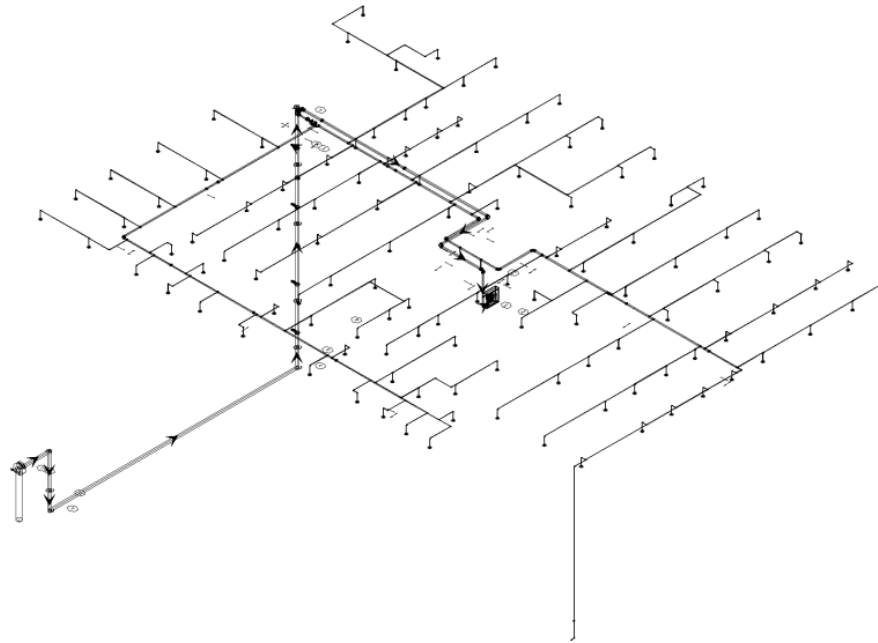
Job Number: 1
Report Description: Ordinary Group II





Flow Diagram (Isometric View)

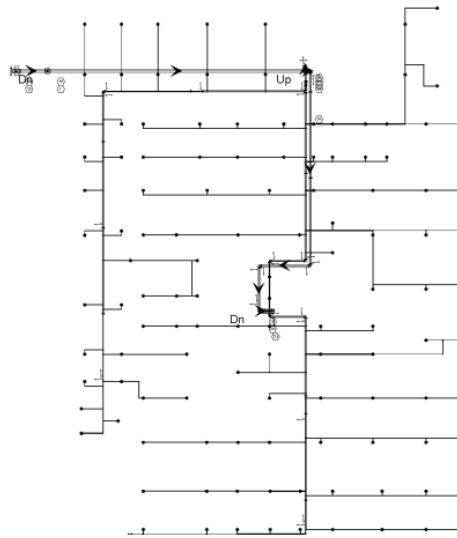
Job Number: 1
Report Description: Ordinary Group II





Flow Diagram (Current View)

Job Number: 1
Report Description: Ordinary Group II



Se comprueba el cálculo realizado “a pie” del gabinete más remoto para el que se obtuvo como resultado 500 gpm @ 129 psi. Como era de esperarse, con AutoSPRINK la demanda es menor pues obviamente el software es más preciso y eficiente a la hora de realizar los cálculos. Con AutoSPRINK el resultado es de 500 gpm @ 120.36 psi.

Presentación de los planos del sistema

La presentación de los planos del sistema se encuentra en el Anexo E por el tamaño de las láminas.

Capítulo 5.

5. Selección de equipo

Todo lo referente al cuarto de bombas fue consultado con la empresa Strong Costa Rica S.A., la cual brindó la información necesaria de todo el equipo y accesorios requeridos por normativa para instalar una bomba listada contra incendios de 750gpm @ 130 psi. La información suministrada se muestra en el Anexo D.

La información crítica referente al sistema de rociadores, tubería y gabinetes, como la selección propiamente del rociador específico que se consideró para el diseño con el AutoSprink, el submittal de los gabinetes y otros, se muestran al igual que para el cuarto de bombas, en el Anexo D. Todo lo anterior se seleccionó directamente desde la página de internet de los fabricantes, teniendo en cuenta la disponibilidad que de antemano sabe el autor que hay de estos fabricantes.

Capítulo 6

6. Conclusiones y recomendaciones

Conclusión

Para el presente proyecto se investigó la información bibliográfica necesaria tanto propia del país como extranjera aplicable al diseño de sistemas fijos contra incendios, se identificaron los criterios de diseño que eran necesarios para cumplir con lo que dicta la normativa, así como para realizar un diseño acorde a lo que se espera fuera un diseño de un sistema fijo contra incendios “a la altura” del edificio emblema de la autoridad competente en el país. Finalmente, se propuso un diseño del que el autor se siente confiado porque cumple con holgura lo mínimo requerido y la presentación de los cálculos ya sea mediante la hoja cálculos hidráulicos de la NFPA 13 o mediante el AutoSPRINK que brinda una fuente confiable de información para verificar la exactitud y veracidad de los cálculos.

Recomendación

El Edificio de Oficinas Centrales de Bomberos debería contar con un sistema fijo contra incendios no solo porque por la misma normativa de la institución ya debería de tener uno, sino también para brindar protección a los ocupantes, así como servir de ejemplo y modelo a terceros que visitan el edificio, “cuartel general” de la autoridad competente, encargada de la prevención contra incendios en todos sus alcances en Costa Rica.

Bibliografía

- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2013). *Manual de disposiciones técnicas al Reglamento de Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, versión 2013*. Recuperado el 5 de mayo del 2018: <http://www.bomberos.go.cr/leyes-y-normas/>
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2018). *Historia Antigua*. Recuperado el 05 de mayo del 2018: <http://www.bomberos.go.cr/academiahistoria/historia-antigua/>
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2018). *Historia Reciente*. Recuperado el 05 de mayo del 2018: <http://www.bomberos.go.cr/academiahistoria/historia-reciente/>
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. *Manual de Sistemas Fijos de Protección Contra Incendios. Lectura*, Costa Rica.
- Bilbo, C. (2016). *Basic Hydraulic Calculations for the Fire Sprinkler Industry*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- CADDY. (2018). Curso protección sísmica para sistemas de rociadores. Presentación, San José, Costa Rica.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, CFIA. (2018). *Perspectivas 2018*. Recuperado el 05 de mayo del 2018: <http://www.cfia.or.cr/descargas2018/informes/Perspectivas2018.pdf>
- Çengel, Y. & Cimbala, J. (2012). *Mecánica de fluidos* (2ª ed.). México: McGraw-Hill
- Mott R. (2006). *Mecánica de fluidos* (6ª ed.). México: Pearson educación.
- National Fire Protection Association, NFPA. (2009). *Manual de protección contra incendios* (5ª ed.). Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- National Fire Protection Association, NFPA. (2015). *NFPA 1 Handbook*. (7ª ed.). Quincy, MA: National Fire Protection Association.

- National Fire Protection Association, NFPA. (2018). *NFPA 10*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- National Fire Protection Association, NFPA. (2013). *NFPA 13*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- National Fire Protection Association, NFPA. (2013). *NFPA 14*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- National Fire Protection Association, NFPA. (2013). *NFPA 20*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- National Fire Protection Association, NFPA. (2013). *NFPA 22*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- National Fire Protection Association, NFPA. (2013). *NFPA 24*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- National Fire Protection Association, NFPA. (2014). *NFPA 25*. Quincy, MA: National Fire Protection Association
- National Fire Protection Association, NFPA. (2016). *NFPA 101 Handbook*. (13^a ed.). Quincy, MA: National Fire Protection Association
- Salvavidas de Centroamérica. (2017). Curso diseño de rociadores automáticos. Presentación, San José, Costa Rica.
- Sistema Costarricense de Información Jurídica, SINALEVI. (2013). *Ley 8228, Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica*. Recuperado el 05 de mayo del 2018: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=74548&nValor3=92100¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=1&strSim=simp

Anexos

Anexo A.

Material adicional

CERTIFICADO DE INFORMACIÓN PARA EL PROPIETARIO	
Nombre/dirección de la propiedad a proteger con rociadores:	
EDIFICIO OFICINAS CENTRALES DE BOMBEROS / AV 3 CALLE 13	
SAN JOSE CENTRO	
Nombre del propietario: BEVERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA.	
La construcción existente o planificada es:	
<input checked="" type="checkbox"/> Resistente a incendios o no combustible <input type="checkbox"/> Estructura de madera u ordinaria (muros de mampostería con vigas de madera) <input type="checkbox"/> Desconocida	
Describa el uso previsto del edificio: OFICINAS	
<p>Nota referente a edificios especulativos: El diseño e instalación del sistema de rociadores de incendio depende de una descripción certera del uso probable del edificio. Sin la información específica, será necesario hacer suposiciones que limitarán el uso real del edificio. Asegúrese de comunicar todas las consideraciones de uso al contratista de rociadores de incendio de esta forma y de acatar todos los límites referidos al uso del edificio en base a las limitaciones del sistema de rociadores que se diseñe e instale eventualmente.</p>	
La instalación del sistema ¿está prevista para una de las siguientes ocupaciones especiales?:	
Hangar para aeronave	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Sistema de tránsito sobre vías fijas	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Establos de hipódromos	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Terminal marítima, embarcadero o muelle	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Terminal aeroportuaria	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Instalación de prueba para motores de aeronaves	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Power plant	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Water-cooling tower	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Si la respuesta a cualquiera de los puntos mencionados arriba es "Si", deberá hacerse referencia a la norma NFPA correspondiente para determinar los criterios de densidad/área del rociador.	
Indicar si está prevista la utilización de cualquiera de los siguientes materiales:	
Líquidos inflamables o combustibles	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Productos en aerosol	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Películas con base de nitrato	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Plásticos de piroxilina	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Cilindros de gas licuado o comprimido	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Oxidantes líquidos o sólidos	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Fórmulas de peróxidos orgánicos	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Paletas sin usar	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
Si la respuesta a cualquiera de los puntos mencionados arriba es "Si", describa el tipo, ubicación, ordenamiento, y cantidades máximas previstas.	
<hr/> <hr/> <hr/>	
© 2009 National Fire Protection Association	NFPA 13 (p. 1 de 2)

Figura A.1: Certificado del propietario

Fuente: NFPA 13 (2013 en español)

Indicar si la protección está prevista para alguna de las siguientes ocupaciones especializadas o áreas:

Área de pulverización o sala de mezclas	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Extracción de solventes	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratorio que utiliza productos químicos	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Sistemas de oxígeno- gas combustible para corte y soldadura	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Carga de cilindros de acetileno	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Producción o uso de gases licuados o comprimidos	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Operaciones comerciales de cocina	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Cámaras hiperbáricas Clase A	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Salas limpias	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Sistema de incineración o manipulación de desechos	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Sistema de manipulación de ropa blanca	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Amoblamiento industriales	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>
Torre de refrigeración de agua	Si	No <input checked="" type="checkbox"/>

Si la respuesta a cualquiera de los puntos anteriores es "Si," describa el tipo, ubicación, ordenamiento, y cantidades máximas previstas.

¿Habrà almacenamiento de productos por encima de los 12 pies (3.6 m) de altura? Si No ☒

Si la respuesta "Si," describa el producto, el ordenamiento de almacenamiento previsto y la altura.

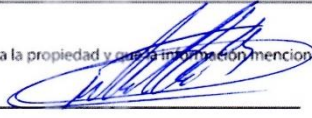
¿Habrà almacenamiento de plásticos, goma, o productos similares por encima de 5 pies (1.5 m) de altura excepto como se describe arriba? Si No ☒

Si la respuesta "Si," describa el producto, ordenamiento de almacenamiento previsto, y altura.

¿Existe alguna información especial relacionada con el suministro de agua? Si No ☒

Si la respuesta "Si," suministre la información, incluidas las condiciones medioambientales conocidas que podrían ser responsables de corrosión, incluida la corrosión microbiológica (MIC).

Certifico que tengo conocimiento del uso previsto para la propiedad y toda la información mencionada arriba es correcta.

Firma del representante del propietario o agente:  Fecha: 31/10/18

Nombre del representante del propietario o agente a cargo de completar el certificado (Aclaración): WALTER CHACON

Relación y firma del agente (Aclaración): ENCARGADO AREA DE EDIFICACIONES

© 2009 National Fire Protection Association NFPA 13 (p. 2 de 2)

Figura A.1: Continuación

Fuente: NFPA 13 (2013 en español)

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

para

Nombre del proyecto: _____

Ubicación: _____

Dibujo no.: _____ Fecha: _____

Diseño:

Número de área remota: _____

Ubicación de área remota: _____

Clasificación de ocupación: _____

Densidad: _____ gpm/pie²

Área de aplicación: _____ pie²

Cobertura por rociador: _____ pie²

Tipo de rociadores calculados: _____

No. de rociadores calculados: _____

Demanda en estanterías: _____

Chorros de manguera: _____

Agua total requerida (incluyendo los chorros de manguera): _____ gpm @ _____ psi

Tipo de sistema: _____

Volumen del sistema seco o de preacción: _____ gal

Información del suministro de agua

Fecha: _____

Ubicación: _____

Fuente: _____

Nombre del contratista: _____

Domicilio: _____

Número de teléfono: _____

Nombre del diseñador: _____

Autoridad competente: _____

Notas: (Incluir aquí la información de pico o sistemas en malla) _____

$N^{1.85}$ [illegible]

NFPA 13 (p. 1 de 1)

Fuente: NFPA 13 (2013 en español)

Nombre de la obra: _____

Número de hoja: _____

INFORMACIÓN DE LA TUBERÍA

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _t	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _t por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _f	fricc.	
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		
						L			P _t		
						F			P _e		
						T			P _f		

MS Excel

Figura A.4: Hoja de trabajo detallada

Fuente: Redibujado por el autor (NFPA 13, versión 2013 en español)

INFORMACIÓN DE LA TUBERÍA

Nodo 1	Elev. 1 (m)	Factor K	Flujo adicionado - este paso (q)	D.I nominal	Accesorios- cantidad y longitud equivalente	L	m	C	P _i	total	Notas
Nodo 2	Elev. 2 (m)		Flujo total (Q)	D.I real		F	m	P _i por m (psi)	P _e	elev.	
						T	m		P _i	fricc.	
1	14,6	5,6	14,82	1"		L	0,5	120	P _i	7	As=11,1m ² ^ q = As x 1,08gpm/m ² = 12 gpm ^ P = (Q/K) ² = 4,6 psi < 7 psi ^ Pe = -0,5 x 1,42 = -0,71 psi
a	15,1		14,82	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	-0,71	
						T	1,1		P _i	0,27	
a	15,1		0	1"		L	0,3	120	P _i	6,56	q = 0
b	15,1		14,82	1,049	1CN = 0,6	F	0,6	0,24521577	P _e	0	
						T	0,9		P _i	0,221	
b	15,1		0	1"		L	4,3	120	P _i	6,78	q = 0
c	15,1		14,82	1,049		F	0	0,24521577	P _e	0	
						T	4,3		P _i	1,054	
c	15,1	5,6	15,7	1"		L	2,1	120	P _i	7,835	q = K√P = 15,7
d	15,1		30,5	1,049		F	0	0,93203865	P _e	0	
						T	2,1		P _i	1,957	
d	15,1	5,6	17,53	1 ¼"		L	2,3	120	P _i	9,792	q = K√P = 17,53
e	15,1		48,03	1,38		F	0	0,56786223	P _e	0	
						T	2,3		P _i	1,306	
e	15,1	5,6	18,66	1 ½"		L	2	120	P _i	11,1	q = K√P = 18,66
f	15,1		66,7	1,61		F	0	0,49209236	P _e	0	
						T	2		P _i	0,984	
f	15,1	5,6	19,47	1 ½"		L	0,4	120	P _i	12,08	q = K√P = 19,47
CM1	15,1		86,17	1,61	1CN = 1,2	F	1,2	0,79035572	P _e	0	
						T	1,6		P _i	1,265	
CM1	15,1		0	1 ½"		L	0,3	120	P _i	13,35	q = 0
CM2	15,1		86,17	1,61		F	0	0,79035572	P _e	0	
						T	0,3		P _i	0,237	
CM2	15,1	5,64	20,8	2"		L	2,3	120	P _i	13,58	q = K√P = 20,8
CM3	15,1		106,97	2,067		F	0	0,34920658	P _e	0	
						T	2,3		P _i	0,803	
CM3	15,1	5,55	21,06	2 ½"		L	0,3	120	P _i	14,39	q = K√P = 21,06
CM4	15,1		128,03	2,469		F	0	0,20492968	P _e	0	
						T	0,3		P _i	0,061	
CM4	15,1	23,08	87,74	2 ½"		L	6,6	120	P _i	14,45	q = K√P = 87,74
CM8	15,1		215,77	2,469		F	0	0,53822219	P _e	0	
						T	6,6		P _i	3,552	
CM8	15,1		0	3"	CN = 2,1	L	18,3	120	P _i	18	q = 0
CM16	15,1		215,77	3,068	4CN = 8,4	F	8,4	0,18687609	P _e	0	
						T	26,7		P _i	4,99	
CM16	15,1		0	3 ½"		L	7,14	120	P _i	22,99	q = 0
RC	15,1		215,77	3,548	1CN = 2,4	F	2,4	0,09207021	P _e	0	
						T	9,54		P _i	0,878	
RC	15,1		0	6"	1GV + 1CK	L	14,8	120	P _i	23,87	q = 0 Pe = 14,8 x 1,42 = 21,02 psi
BOR	0,3		215,77	6,065	0,9 + 9,7	F	10,6	0,00676322	P _e	21,02	
					10,6	T	25,4		P _i	0,172	
BOR						L			P _i	45,06	215,8 gpm @ 45,1 psi en BOR
						F			P _e		
						T			P _i		

MS Excel

Figura A.5: Hoja de trabajo detallada 1 con la información del proyecto

Fuente: elaboración propia

Anexo B

Fotografías



Fotografía 1

Fuente: elaboración propia



Fotografía 2

Fuente: elaboración propia



Fotografía 3

Fuente: elaboración propia



Fotografía 4

Fuente: elaboración propia



Fotografía 5

Fuente: elaboración propia



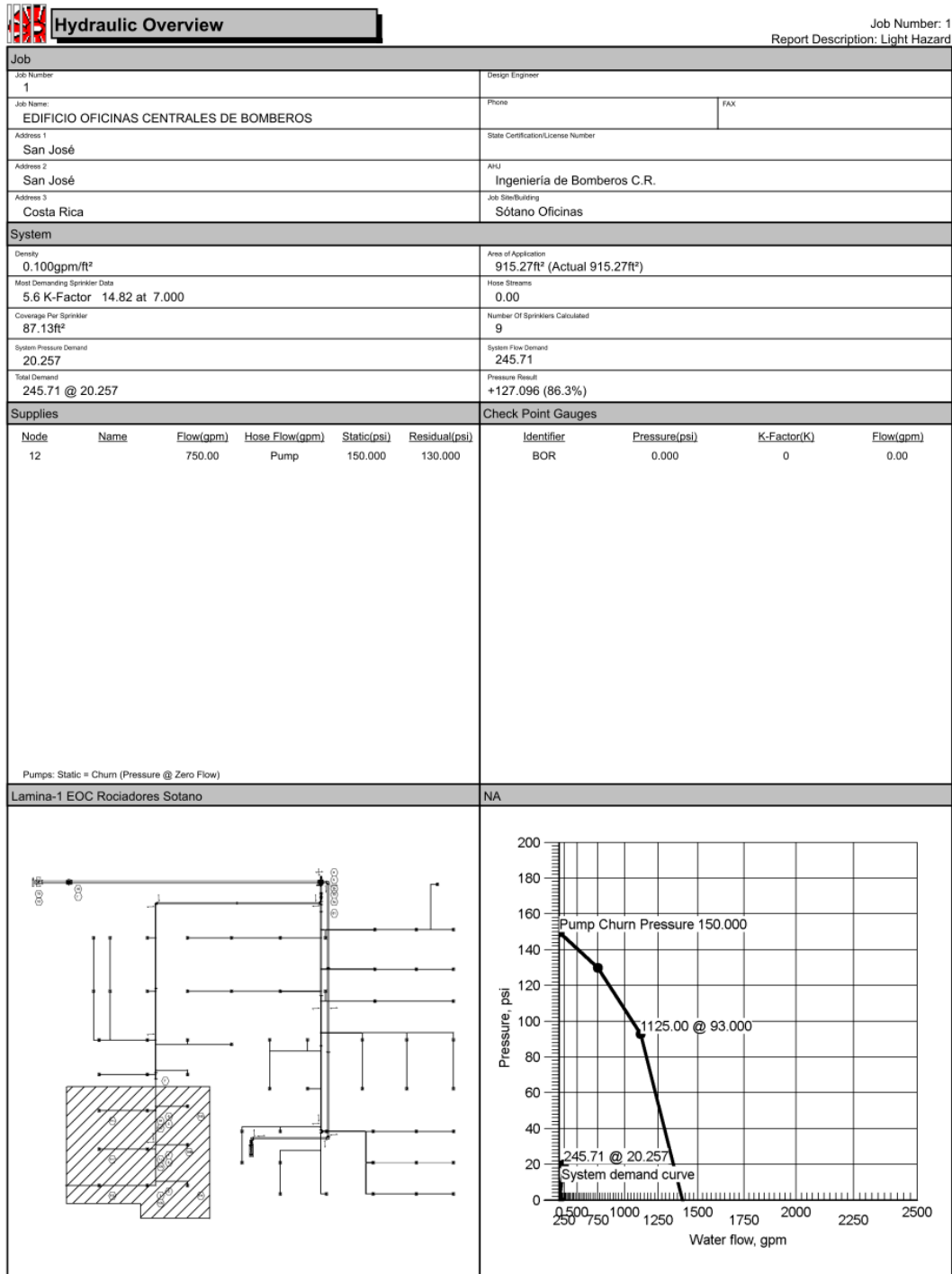
Fotografía 6

Fuente: elaboración propia

Anexo C

Cálculos hidráulicos con AutoSPRINK

Cálculo hidráulico sótano





Hydraulic Summary

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

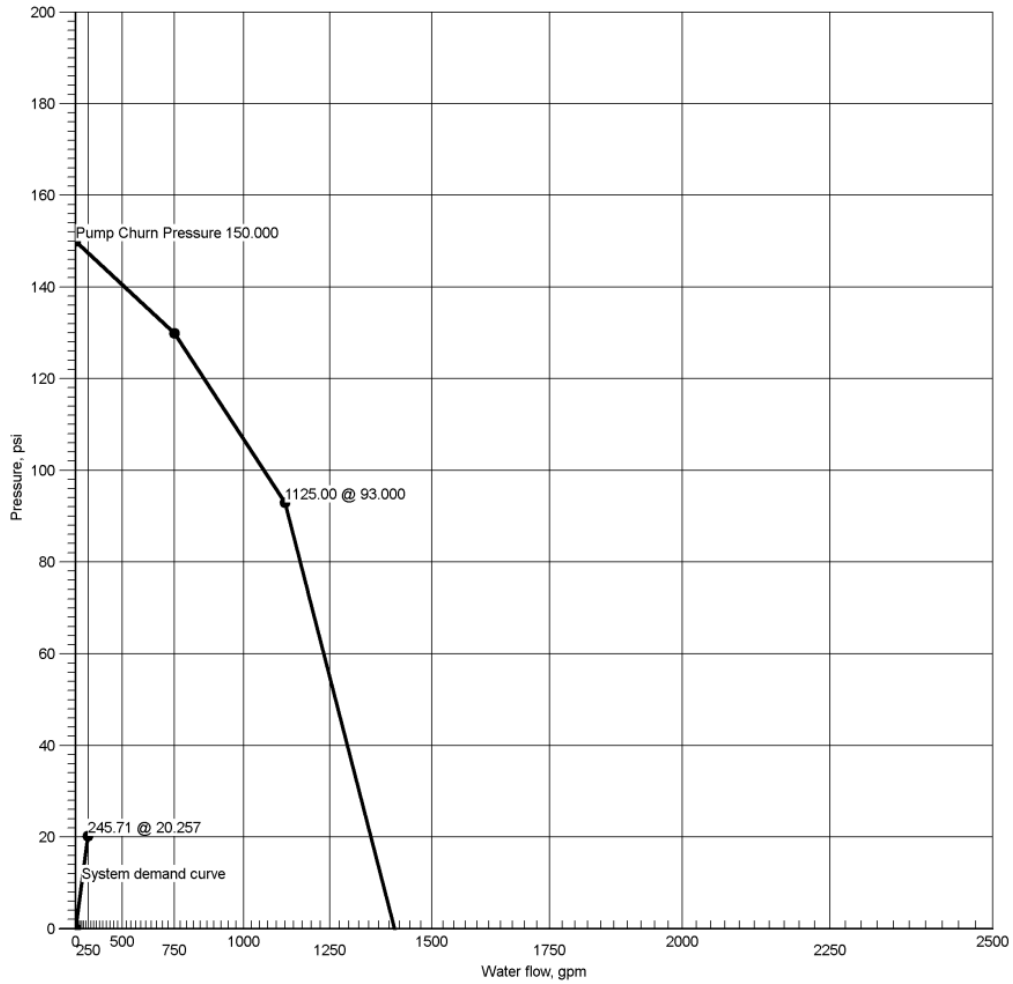
Job											
Job Number 1	Design Engineer										
Job Name: EDIFICIO OFICINAS CENTRALES DE BOMBEROS	State Certification/License Number										
Address 1 San José	AHJ Ingeniería de Bomberos C.R.										
Address 2 San José	Job Site/Building Sótano Oficinas										
Address 3 Costa Rica	Drawing Name Lamina-1 EOC Rociadores Sotano										
System											
Most Demanding Sprinkler Data 5.6 K-Factor 14.82 at 7.000											
Hose Allowance At Source 0.00											
Additional Hose Supplies											
Node	Flow(gpm)										
Hose At Node 19	100.00										
Total Hose Streams 100.00											
System Flow Demand 245.71	Total Water Required (Including Hose Allowance) 245.71										
Maximum Pressure Unbalance In Loops 0.000											
Maximum Velocity Above Ground 13.93 between nodes 7 and 6											
Maximum Velocity Under Ground 2.90 between nodes 10 and 9											
Volume capacity of Wet Pipes 279.79gal	Volume capacity of Dry Pipes										
Remote Area(s)											
Occupancy Light Hazard	Job Suffix										
Density 0.100gpm/ft²	Area of Application 915.27ft² (Actual 915.27ft²)										
Number Of Sprinklers Calculated 9	Coverage Per Sprinkler 87.13ft²										
AutoPeak Results: Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area											
Supplies											
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	@	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)
12		Pump	150.000	130.000		750.00	147.354		245.71	20.257	127.096
Pumps: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)											
Contractor											
Contractor Number		Contact Name Fernando Vargas Zuñiga		Contact Title							
Name of Contractor:		Phone 8896-4392		Extension							
Address 1		FAX									
Address 2		E-mail fervazu@hotmail.com									
Address 3		Web-Site									



Hydraulic Graph

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pump at Node 12



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 12	150.000	130.000 @ 750.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	150.000	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	147.354 @ 245.71	
System Demand		
20.257 @ 245.71		



Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Device		Actual Flow (gpm)	Minimum Flow (gpm)	K-Factor (K)	Pressure (psi)		
Hose	19	100.00	100.00	0	21.647		
⇒ Sprinkler	101	14.82	8.71	5.6	7.000		
Sprinkler	102	15.45	8.71	5.6	7.610		
Sprinkler	103	15.61	8.71	5.6	7.767		
Sprinkler	104	15.92	8.71	5.6	8.083		
Sprinkler	105	16.06	8.71	5.6	8.228		
Sprinkler	106	16.05	8.71	5.6	8.211		
Sprinkler	107	16.68	8.71	5.6	8.874		
Sprinkler	108	17.25	8.71	5.6	9.490		
Sprinkler	109	17.88	8.71	5.6	10.193		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
***** Route 1 *****							
SP	1.0490	14.82	5.50	120	0.074703	12'-6"	Pf 1.311
101	7'-10 1/4"	14.82	5.6	7.000	Sprinkler,	5'-0"	Pe 0.702
1	6'-2 3/4"			9.013	T(5'-0)	17'-6"	Pv
BL	1.0490	30.42	11.29	120	0.282747	2'-10 1/2"	Pf 1.377
1	6'-2 3/4"	15.61		9.013	Flow (q) from Route 3	2'-0"	Pe
2	6'-2 3/4"			10.391	E(2'-0)	4'-10 1/2"	Pv
BL	1.3800	46.34	9.94	120	0.162006	7'-2 1/2"	Pf 1.172
2	6'-2 3/4"	15.92		10.391	Flow (q) from Route 4		Pe
3	6'-2 3/4"			11.563		7'-2 1/2"	Pv
BL	1.6100	77.84	12.27	120	0.199585	0'-11 1/4"	Pf 0.196
3	6'-2 3/4"	31.50		11.563	Flow (q) from Route 2		Pe
4	6'-2 3/4"			11.759		0'-11 1/4"	Pv
CM	2.0670	95.09	9.09	120	0.085605	7'-9"	Pf 0.664
4	6'-2 3/4"	17.25		11.759	Flow (q) from Route 8		Pe
5	6'-2 3/4"			12.423		7'-9"	Pv
CM	2.0670	127.84	12.22	120	0.147996	0'-11 1/4"	Pf 0.146
5	6'-2 3/4"	32.75		12.423	Flow (q) from Route 6		Pe
6	6'-2 3/4"			12.569		0'-11 1/4"	Pv
CM	2.0670	145.71	13.93	120	0.188549	6'-2 3/4"	Pf 1.175
6	6'-2 3/4"	17.88		12.569	Flow (q) from Route 9		Pe
7	6'-2 3/4"			13.744		6'-2 3/4"	Pv
CM	2.6350	145.71	8.57	120	0.057800	77'-3 3/4"	Pf 5.739
7	6'-2 3/4"			13.744		21'-11 1/2"	Pe
61	6'-2 3/4"			19.483	LtE(5'-6), T(16'-5 1/4)	99'-3 3/4"	Pv
CM	3.2600	145.71	5.60	120	0.020500	3'-8 1/4"	Pf 1.205
61	6'-2 3/4"			19.483		55'-1 1/4"	Pe
15	6'-2 3/4"			20.688	2f(-0.000), CV(21'-6), BV(13'-5 1/4), mecT(20'-2)	58'-9 1/2"	Pv
FR	6.3570	145.71	1.47	120	0.000793	2'-6"	Pf 0.044
15	6'-2 3/4"			20.688		52'-9 3/4"	Pe
16	2'-11 1/2"			22.154	f, CV(40'-2 3/4), BV(12'-7)	55'-3 3/4"	Pv
FR	6.3570	245.71	2.48	120	0.002085	2'-11 1/2"	Pf 0.006
16	2'-11 1/2"	100.00		22.154	Flow (q) from Route 10		Pe 1.280
8	0'-0"			23.441		2'-11 1/2"	Pv
UG	6.2800	245.71	2.55	140	0.001664	4'-0"	Pf 0.030
8	0'-0"			23.441		14'-2 1/4"	Pe 1.734
9	-4'-0"			25.205	LtE(14'-2 1/4)	18'-2 1/4"	Pv
UG	5.8800	245.71	2.90	150	0.002017	57'-2"	Pf 0.139
9	-4'-0"			25.205		11'-8 1/4"	Pe
10	-4'-0"			25.344	LtE(11'-8 1/4)	68'-10 1/4"	Pv
UG	6.2800	245.71	2.55	140	0.001664	4'-0"	Pf 0.007
10	-4'-0"			25.344			Pe -1.734
11	0'-0"			23.616		4'-0"	Pv
FM	6.3570	245.71	2.48	120	0.002085	14'-10 1/4"	Pf 0.055
11	0'-0"			23.616		11'-3 3/4"	Pe -3.414
12	7'-10 1/2"			20.257	LtE(11'-3 3/4)	26'-2 1/2"	Pv
Pump							
12		245.71	Velocity	20.257	Rating: 130.000 @ 750.00		
13		Q=245.71	0.70	-127.096	Churn Pressure: 150.000		
		0.00			Hose Allowance At Source		
12		245.71					
***** Route 2 *****							
SP	1.0490	15.45	5.73	120	0.080705	12'-6"	Pf 1.175
102	7'-10 1/4"	15.45	5.6	7.610	Sprinkler,	2'-0"	Pe 0.702
17	6'-2 3/4"			9.487	E(2'-0)	14'-6"	Pv
BL	1.0490	31.50	11.69	120	0.301459	1'-10 1/4"	Pf 2.076
17	6'-2 3/4"	16.05		9.487	Flow (q) from Route 5	5'-0"	Pe
3	6'-2 3/4"			11.563	T(5'-0)	6'-10 1/4"	Pv
***** Route 3 *****							
SP	1.0490	15.61	5.79	120	0.082243	1'-7 1/2"	Pf 0.544
103	7'-10 1/4"	15.61	5.6	7.767	Sprinkler,	5'-0"	Pe 0.702
1	6'-2 3/4"			9.013	T(5'-0)	6'-7 1/2"	Pv
***** Route 4 *****							
SP	1.0490	15.92	5.91	120	0.085335	9'-9 3/4"	Pf 1.605
104	7'-10 1/4"	15.92	5.6	8.083	Sprinkler,	9'-0"	Pe 0.702
2	6'-2 3/4"			10.391	2E(2'-0), T(5'-0)	18'-9 3/4"	Pv
***** Route 5 *****							
SP	1.0490	16.05	5.96	120	0.086587	1'-7 1/2"	Pf 0.573
106	7'-10 1/4"	16.05	5.6	8.211	Sprinkler,	5'-0"	Pe 0.702
17	6'-2 3/4"			9.487	T(5'-0)	6'-7 1/2"	Pv
***** Route 6 *****							



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
SP	1.0490	16.06	5.96	120	0.086747	12'-6"	Pf 1.262
105	7'-10 1/4"	16.06	5.6	8.228	Sprinkler,	2'-0"	Pe 0.702
18	6'-2 1/4"		10.192		E(2'-0)	14'-6"	Pv
BL	1.0490	32.75	12.16	120	0.323966	1'-10 3/4"	Pf 2.231
18	6'-2 1/4"	16.68		10.192	Flow (q) from Route 7	5'-0"	Pe
5	6'-2 1/4"		12.423		mecT(5'-0)	6'-10 3/4"	Pv
***** Route 7 *****							
SP	1.0490	16.68	6.19	120	0.093035	1'-7 1/2"	Pf 0.616
107	7'-10 1/4"	16.68	5.6	8.874	Sprinkler,	5'-0"	Pe 0.702
18	6'-2 1/4"		10.192		T(5'-0)	6'-7 1/2"	Pv
***** Route 8 *****							
SP	1.0490	17.25	6.40	120	0.098990	8'-10"	Pf 1.567
108	7'-10 1/4"	17.25	5.6	9.490	Sprinkler,	7'-0"	Pe 0.702
4	6'-2 1/4"		11.759		E(2'-0), T(5'-0)	15'-10"	Pv
***** Route 9 *****							
SP	1.0490	17.88	6.64	120	0.105753	8'-10"	Pf 1.674
109	7'-10 1/4"	17.88	5.6	10.193	Sprinkler,	7'-0"	Pe 0.702
6	6'-2 1/4"		12.569		E(2'-0), mecT(5'-0)	15'-10"	Pv
***** Route 10 *****							
CM	2.4690	100.00	6.70	120	0.039544	0'-10"	Pf 0.507
19	2'-11 1/2"	100.00		21.647	Hose	12'-0"	Pe
16	2'-11 1/2"			22.154	mecT(12'-0)	12'-10"	Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)				C Value Multiplier			
$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$				Value Of C	100	130	140
				Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33
						150	1.51



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

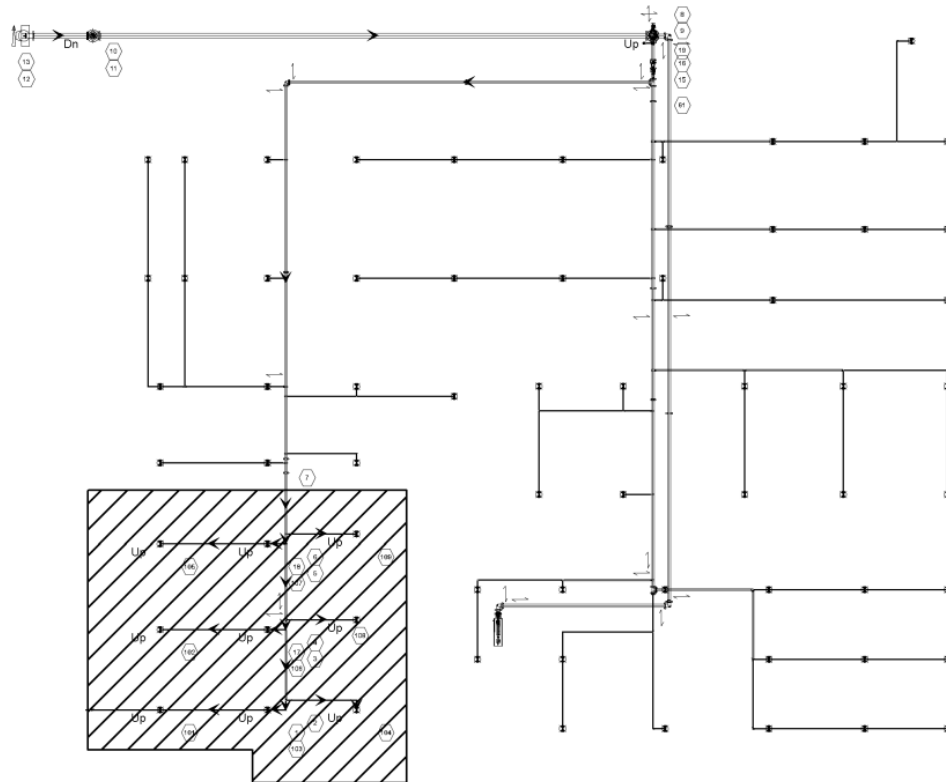
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Pipe Type Legend		Units Legend				Fittings Legend	
AO	Arm-Over	Diameter	Inch			ALV	Alarm Valve
BL	Branch Line	Elevation	Foot			AngV	Angle Valve
CM	Cross Main	Flow	gpm			b	Bushing
DN	Drain	Discharge	gpm			BalV	Ball Valve
DR	Drop	Velocity	fps			BFP	Backflow Preventer
DY	Dynamic	Pressure	psi			BV	Butterfly Valve
FM	Feed Main	Length	Foot			C	Cross Flow Turn 90°
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/Foot			cplg	Coupling
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant			Cr	Cross Run
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe			CV	Check Valve
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe			DeIV	Deluge Valve
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points			DPV	Dry Pipe Valve
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points			E	90° Elbow
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe			EE	45° Elbow
						Ee1	11¼° Elbow
						Ee2	22½° Elbow
						f	Flow Device
						fd	Flex Drop
						FDC	Fire Department Connection
						fE	90° FireLock(TM) Elbow
						fEE	45° FireLock(TM) Elbow
						flg	Flange
						FN	Floating Node
						IT	FireLock(TM) Tee
						g	Gauge
						GloV	Globe Valve
						GV	Gate Valve
						Ho	Hose
						Hose	Hose
						HV	Hose Valve
						Hyd	Hydrant
						LIE	Long Turn Elbow
						mecT	Mechanical Tee
						Noz	Nozzle
						P1	Pump In
						P2	Pump Out
						PIV	Post Indicating Valve
						PO	Pipe Outlet
						PRV	Pressure Reducing Valve
						PrV	Pressure Relief Valve
						red	Reducer/Adapter
						S	Supply
						sCV	Swing Check Valve
						Spr	Sprinkler
						St	Strainer
						T	Tee Flow Turn 90°
						Tr	Tee Run
						U	Union
						WirF	Wirsbo
						WMV	Water Meter Valve
						Z	Cap



Flow Diagram (Top View)

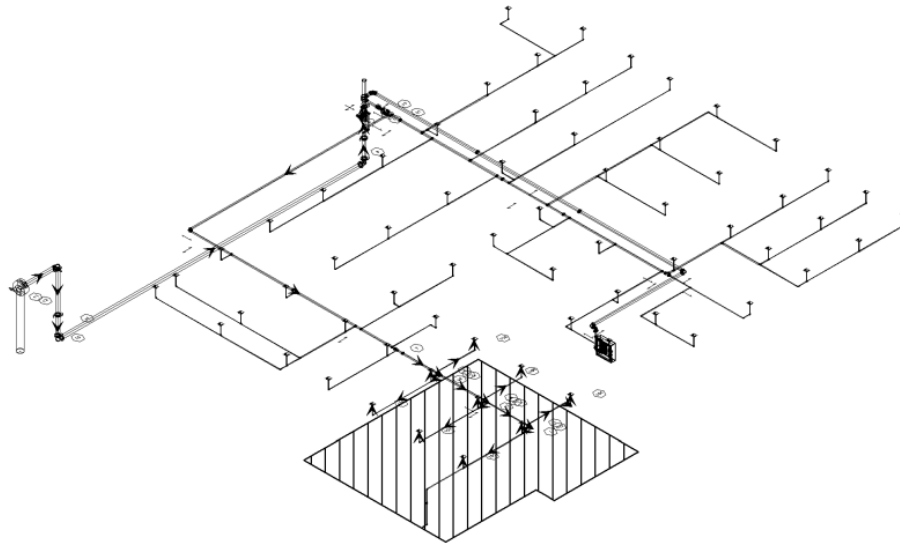
Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

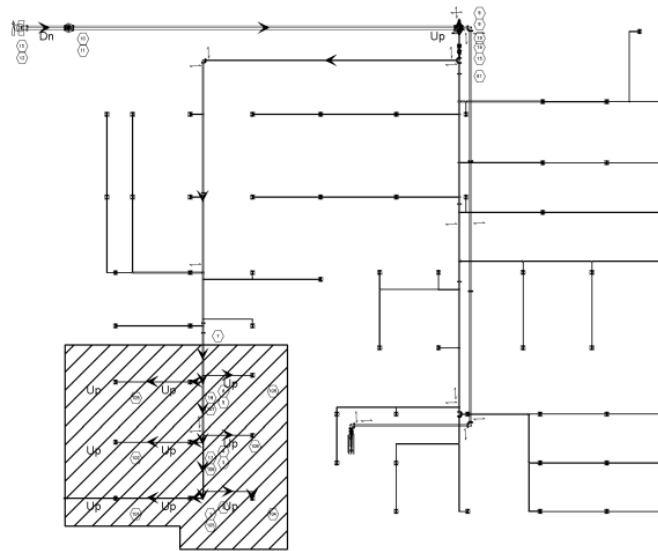


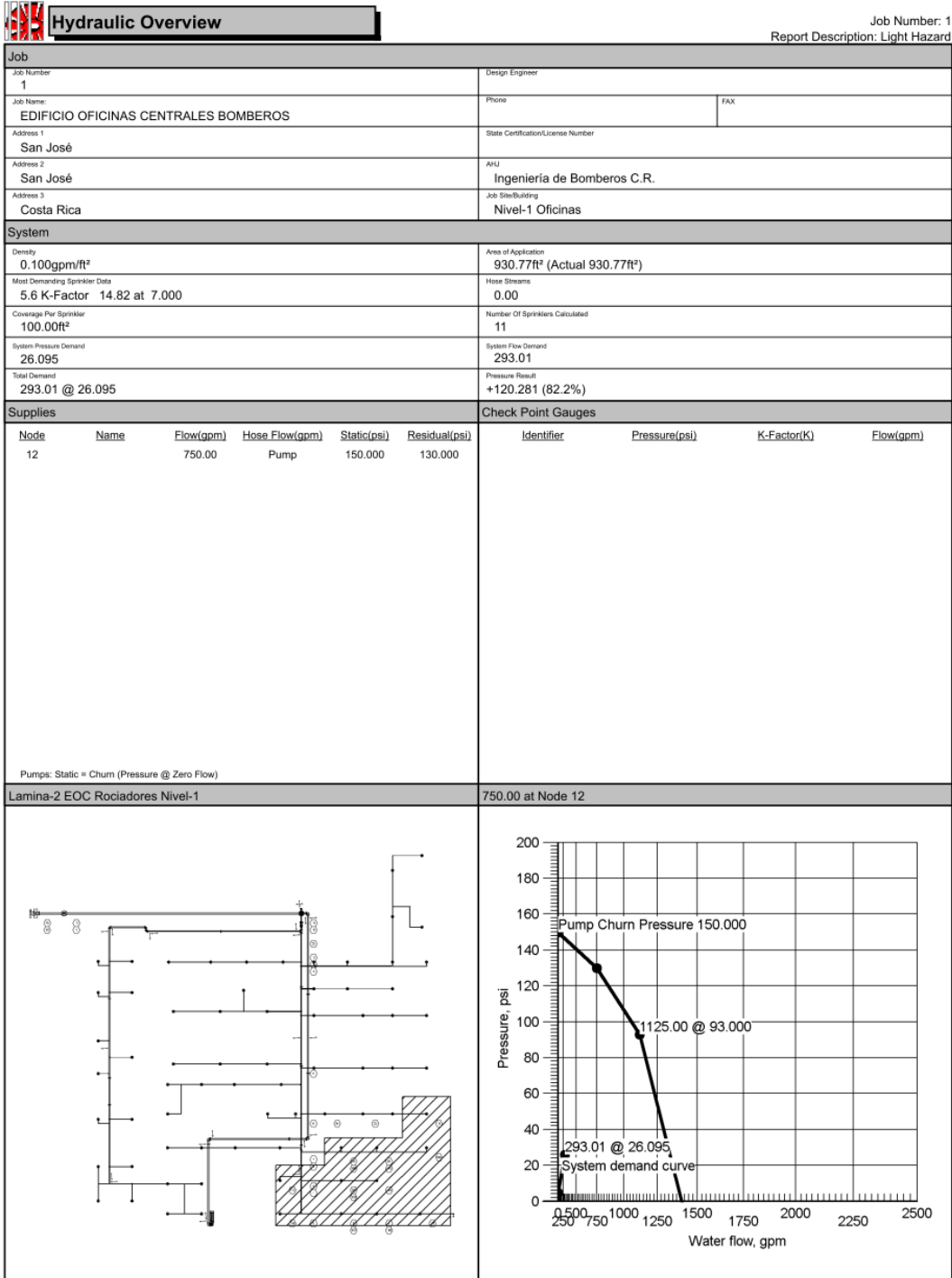


Flow Diagram (Isometric View)

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard









Hydraulic Summary

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

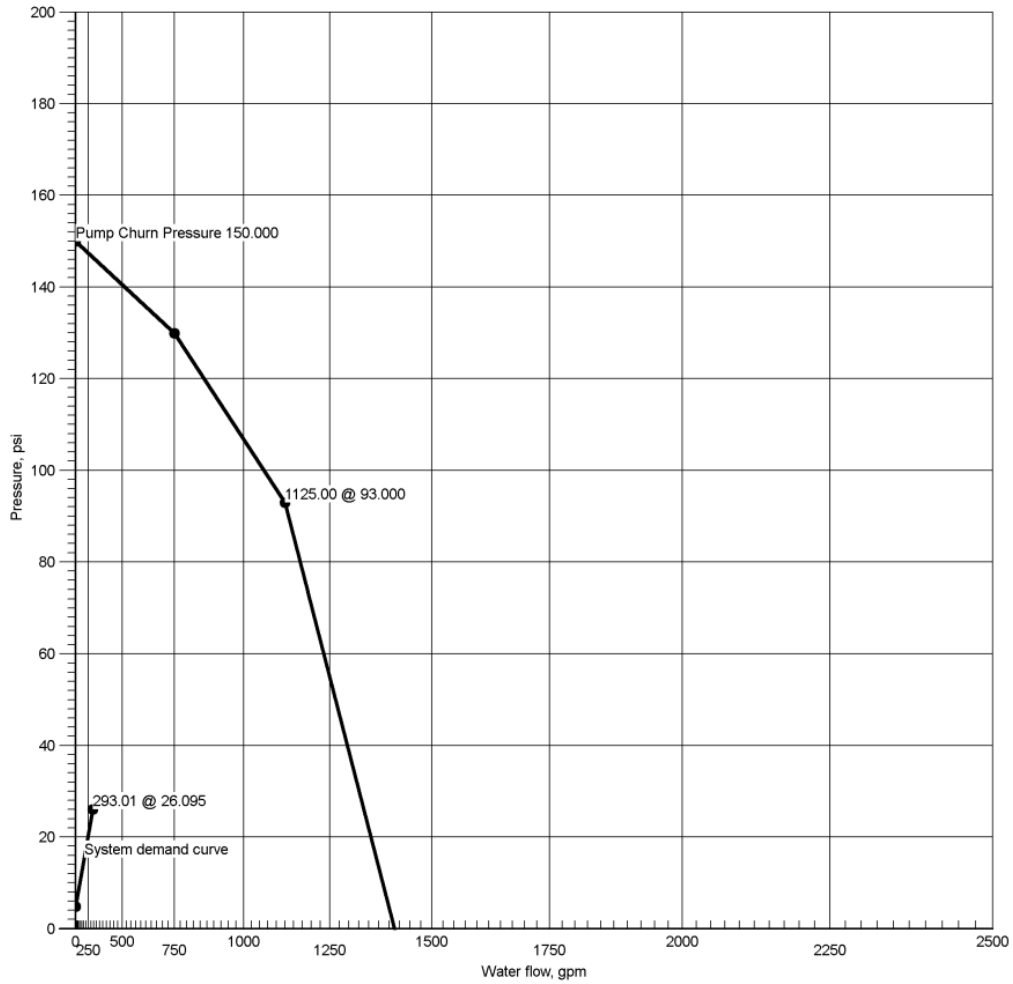
Job											
Job Number 1	Design Engineer										
Job Name EDIFICIO OFICINAS CENTRALES BOMBEROS	State Certification/License Number										
Address 1 San José	AHJ Ingeniería de Bomberos C.R.										
Address 2 San José	Job Site/Building Nivel-1 Oficinas										
Address 3 Costa Rica	Drawing Name Lamina-2 EOC Rociadores Nivel-1										
System											
Most Demanding Sprinkler Data 5.6 K-Factor 14.82 at 7.000											
Hose Allowance At Source 0.00											
Additional Hose Supplies											
Node Hose At Node 25	Flow(gpm) 100.00										
Remote Area(s)											
Occupancy Light Hazard	Job Suffix										
Density 0.100gpm/ft²	Area of Application 930.77ft² (Actual 930.77ft²)										
Number Of Sprinklers Calculated 11	Coverage Per Sprinkler 100.00ft²										
AutoPeak Results: Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area											
Total Hose Streams 100.00											
System Flow Demand 293.01	Total Water Required (Including Hose Allowance) 293.01										
Maximum Pressure Unbalance In Loops 0.000											
Maximum Velocity Above Ground 16.49 between nodes 7 and 6											
Maximum Velocity Under Ground 3.46 between nodes 10 and 19											
Volume capacity of Wet Pipes 343.51gal	Volume capacity of Dry Pipes										
Supplies											
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	@	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)
12		Pump	150.000	130.000		750.00	146.377		293.01	26.095	120.281
Pumps: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)											
Contractor											
Contractor Number		Contact Name Fernando Vargas Zuñiga		Contact Title							
Name of Contractor		Phone 8896-4392		Extension							
Address 1		FAX									
Address 2		E-mail fervazu@hotmail.com									
Address 3		Web-Site									



Hydraulic Graph

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pump at Node 12



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 12	150.000	130.000 @ 750.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	150.000	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	146.377 @ 293.01	
System Demand		
26.095 @ 293.01		



Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Device		Actual Flow (gpm)	Minimum Flow (gpm)	K-Factor (K)	Pressure (psi)		
Hose	25	100.00	100.00	0	22.637		
⇒ Sprinkler	101	14.82	10.00	5.6	7.000		
Sprinkler	102	15.57	10.00	5.6	7.735		
Sprinkler	103	16.06	10.00	5.6	8.228		
Sprinkler	104	16.44	10.00	5.6	8.623		
Sprinkler	105	16.75	10.00	5.6	8.946		
Sprinkler	106	16.89	10.00	5.6	9.097		
Sprinkler	107	17.72	10.00	5.6	10.009		
Sprinkler	108	18.99	10.00	5.6	11.499		
Sprinkler	109	19.21	10.00	5.6	11.770		
Sprinkler	110	20.03	10.00	5.6	12.794		
Sprinkler	111	20.52	10.00	5.6	13.425		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
*****Route 1*****							
DR	1.0490	14.82	5.50	120	0.074703	11'-6"	Pf 1.237
101	9'-10 1/4"	14.82	5.6	7.000	Sprinkler,	5'-0"	Pe -0.487
1	10'-11 3/4"			7.750	T(5'-0)	16'-6"	Pv
BL	1.0490	30.39	11.28	120	0.282198	8'-6"	Pf 2.409
1	10'-11 3/4"	15.57		7.750	Flow (q) from Route 2		Pe
2	10'-11 3/4"			10.159		8'-6"	Pv
BL	1.3800	48.11	10.32	120	0.173598	9'-8"	Pf 2.720
2	10'-11 3/4"	17.72		10.159	Flow (q) from Route 7	6'-0"	Pe
3	10'-11 3/4"			12.879	T(6'-0)	15'-8"	Pv
BL	1.6100	67.32	10.61	120	0.152573	8'-0"	Pf 1.225
3	10'-11 3/4"	19.21		12.879	Flow (q) from Route 9		Pe
4	10'-11 3/4"			14.105		8'-0"	Pv
BL	1.6100	100.65	15.86	120	0.321110	0'-11"	Pf 0.316
4	10'-11 3/4"	33.33		14.105	Flow (q) from Route 4		Pe
5	10'-11 3/4"			14.421		0'-11"	Pv
CM	2.0670	120.68	11.54	120	0.133046	5'-11"	Pf 0.788
5	10'-11 3/4"	20.03		14.421	Flow (q) from Route 10		Pe
6	10'-11 3/4"			15.208		5'-11"	Pv
CM	2.0670	172.49	16.49	120	0.257600	0'-5"	Pf 0.125
6	10'-11 3/4"	51.80		15.208	Flow (q) from Route 3		Pe
7	10'-11 3/4"			15.333		0'-5"	Pv
CM	2.6350	172.49	10.15	120	0.078968	8'-8"	Pf 0.686
7	10'-11 3/4"			15.333			Pe
8	10'-11 3/4"			16.018		8'-8"	Pv
CM	2.6350	193.01	11.36	120	0.097220	11'-6"	Pf 1.122
8	10'-11 3/4"	20.52		16.018	Flow (q) from Route 11		Pe
9	10'-11 3/4"			17.140		11'-6"	Pv
CM	3.2600	193.01	7.42	120	0.034482	35'-8"	Pf 3.132
9	10'-11 3/4"			17.140	2f(-0.000), CV(21'-6),	55'-11"	Pe -0.000
14	10'-11 3/4"			20.272	BV(13'-5 1/4), mecT(20'-2)	90'-10"	Pv
FR	6.3570	193.01	1.95	120	0.001334	7'-8"	Pf 0.010
14	10'-11 3/4"			20.272			Pe 3.337
15	3'-3 3/4"			23.619		7'-8"	Pv
FR	6.3570	293.01	2.96	120	0.002888	3'-3 3/4"	Pf 0.009
15	3'-3 3/4"	100.00		23.619	Flow (q) from Route 12		Pe 1.422
16	0'-0"			25.051		3'-3 3/4"	Pv
FM	6.3570	293.01	2.96	120	0.002888	9'-4 1/4"	Pf 0.027
16	0'-0"			25.051			Pe 4.057
18	-9'-4 1/4"			29.135		9'-4 1/4"	Pv
UG	6.2800	293.01	3.03	140	0.002304	4'-0"	Pf 0.060
18	-9'-4 1/4"			29.135		22'-0"	Pe 1.734
19	-13'-4 1/4"			30.930	E(22'-0")	26'-0"	Pv
UG	5.8800	293.01	3.46	150	0.002794	57'-2"	Pf 0.210
19	-13'-4 1/4"			30.930		18'-2 1/4"	Pe
10	-13'-4 1/4"			31.140	E(18'-2 1/4")	75'-4"	Pv
UG	6.2800	293.01	3.03	140	0.002304	4'-0"	Pf 0.009
10	-13'-4 1/4"			31.140			Pe -1.734
11	-9'-4 1/4"			29.415		4'-0"	Pv
FM	6.3570	293.01	2.96	120	0.002888	14'-10 1/4"	Pf 0.094
11	-9'-4 1/4"			29.415		17'-7 1/4"	Pe -3.414
12	-1'-5 1/4"			26.095	E(17'-7 1/4")	32'-6"	Pv
Pump							
12		293.01	Velocity	26.095	Rating: 130.000 @ 750.00		
13		Q=293.01	0.84	-120.281	Churn Pressure: 150.000		
		0.00			Hose Allowance At Source		
12		293.01					
*****Route 2*****							
DR	1.0490	15.57	5.78	120	0.081932	1'-1 1/4"	Pf 0.502
102	9'-10 1/4"	15.57	5.6	7.735	Sprinkler,	5'-0"	Pe -0.487
1	10'-11 3/4"			7.750	T(5'-0)	6'-1 1/4"	Pv
*****Route 3*****							
DR	1.0490	16.06	5.96	120	0.086750	14'-1 1/4"	Pf 1.572
103	9'-10 1/4"	16.06	5.6	8.228	Sprinkler,	4'-0"	Pe -0.487
20	10'-11 3/4"			9.312	2E(2'-0)	18'-1 1/4"	Pv
BL	1.0490	32.81	12.18	120	0.325203	8'-6"	Pf 2.777
20	10'-11 3/4"	16.75		9.312	Flow (q) from Route 5		Pe
21	10'-11 3/4"			12.089		8'-6 1/4"	Pv
BL	1.3800	51.80	11.11	120	0.199064	9'-8"	Pf 3.119
21	10'-11 3/4"	18.99		12.089	Flow (q) from Route 8	6'-0"	Pe
6	10'-11 3/4"			15.208	mecT(6'-0)	15'-8"	Pv



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
***** Route 4 *****							
DR	1.0490	16.44	6.10	120	0.090598	9'-8"	Pf 1.057
104	9'-10 1/4"	16.44	5.6	8.623	Sprinkler,	2'-0"	Pe -0.487
22	10'-11 3/4"			9.192	E(2'-0)	11'-8"	Pv
BL	1.0490	33.33	12.37	120	0.334837	9'-8"	Pf 4.912
22	10'-11 3/4"	16.89		9.192	Flow (q) from Route 6	5'-0"	Pe
4	10'-11 3/4"			14.105	T(5'-0)	14'-8"	Pv
***** Route 5 *****							
DR	1.0490	16.75	6.22	120	0.093729	2'-1 1/4"	Pf 0.854
105	9'-10 1/4"	16.75	5.6	8.946	Sprinkler,	7'-0"	Pe -0.487
20	10'-11 3/4"			9.312	E(2'-0), T(5'-0)	9'-1 1/4"	Pv
***** Route 6 *****							
DR	1.0490	16.89	6.27	120	0.095191	1'-1 1/4"	Pf 0.583
106	9'-10 1/4"	16.89	5.6	9.097	Sprinkler,	5'-0"	Pe -0.487
22	10'-11 3/4"			9.192	T(5'-0)	6'-1 1/4"	Pv
***** Route 7 *****							
DR	1.0490	17.72	6.58	120	0.103992	1'-1 1/4"	Pf 0.637
107	9'-10 1/4"	17.72	5.6	10.009	Sprinkler,	5'-0"	Pe -0.487
2	10'-11 3/4"			10.159	T(5'-0)	6'-1 1/4"	Pv
***** Route 8 *****							
DR	1.0490	18.99	7.05	120	0.118234	2'-1 1/4"	Pf 1.077
108	9'-10 1/4"	18.99	5.6	11.499	Sprinkler,	7'-0"	Pe -0.487
21	10'-11 3/4"			12.089	E(2'-0), T(5'-0)	9'-1 1/4"	Pv
***** Route 9 *****							
DR	1.0490	19.21	7.13	120	0.120805	6'-2 1/4"	Pf 1.597
109	9'-10 1/4"	19.21	5.6	11.770	Sprinkler,	7'-0"	Pe -0.487
3	10'-11 3/4"			12.879	E(2'-0), T(5'-0)	13'-2 1/4"	Pv
***** Route 10 *****							
DR	1.0490	20.03	7.44	120	0.130495	7'-2 1/4"	Pf 2.114
110	9'-10 1/4"	20.03	5.6	12.794	Sprinkler,	9'-0"	Pe -0.487
5	10'-11 3/4"			14.421	2E(2'-0), T(5'-0)	16'-2 1/4"	Pv
***** Route 11 *****							
DR	1.0490	20.52	7.62	120	0.136442	16'-5 1/4"	Pf 2.520
111	9'-10 1/4"	20.52	5.6	13.425	Sprinkler,	2'-0"	Pe -0.487
23	10'-11 3/4"			15.457	E(2'-0)	18'-5 1/4"	Pv
BL	1.3800	20.52	4.40	120	0.035885	9'-2"	Pf 0.329
23	10'-11 3/4"			15.457			Pe
24	10'-11 3/4"			15.786		9'-2"	Pv
BL	1.6100	20.52	3.23	120	0.016939	5'-8 1/2"	Pf 0.232
24	10'-11 3/4"			15.786		8'-0"	Pe
8	10'-11 3/4"			16.018	mecT(8'-0)	13'-8 1/2"	Pv
***** Route 12 *****							
OR	2.4690	100.00	6.70	120	0.039544	0'-10"	Pf 0.982
25	3'-3 3/4"	100.00		22.637	Hose	24'-0"	Pe -0.000
15	3'-3 3/4"			23.619	mecT(12'-0), C(12'-0)	24'-10"	Pv
Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)					C Value Multiplier		
$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$					Value Of C	100	130
					Multiplying Factor	0.713	1.16
						140	150
						1.33	1.51



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

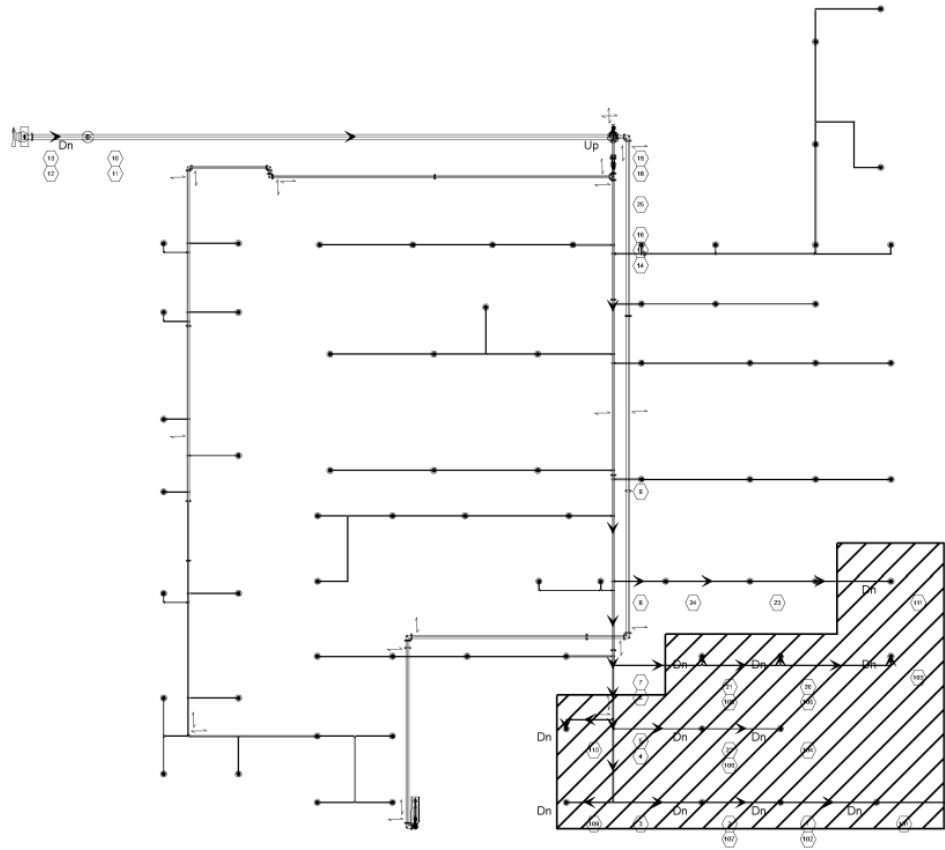
Report Description: Light Hazard

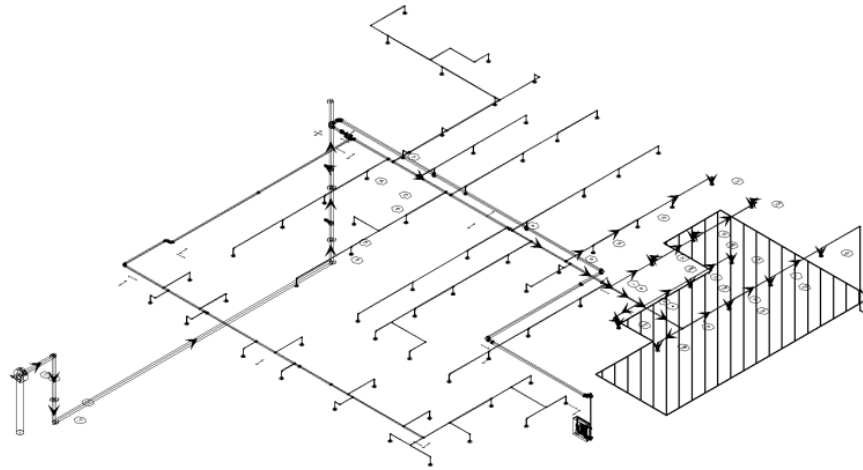
Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Pipe Type Legend		Units Legend				Fittings Legend	
AO	Arm-Over	Diameter	Inch			ALV	Alarm Valve
BL	Branch Line	Elevation	Foot			AngV	Angle Valve
CM	Cross Main	Flow	gpm			b	Bushing
DN	Drain	Discharge	gpm			BaV	Ball Valve
DR	Drop	Velocity	fps			BFP	Backflow Preventer
DY	Dynamic	Pressure	psi			BV	Butterfly Valve
FM	Feed Main	Length	Foot			C	Cross Flow Turn 90°
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/Foot			cplg	Coupling
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant			Cr	Cross Run
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe			CV	Check Valve
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe			DeIV	Deluge Valve
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points			DPV	Dry Pipe Valve
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points			E	90° Elbow
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe			EE	45° Elbow
						Ee1	11¼° Elbow
						Ee2	22½° Elbow
						f	Flow Device
						fd	Flex Drop
						FDC	Fire Department Connection
						fE	90° FireLock(TM) Elbow
						fEE	45° FireLock(TM) Elbow
						flg	Flange
						FN	Floating Node
						IT	FireLock(TM) Tee
						g	Gauge
						GloV	Globe Valve
						GV	Gate Valve
						Ho	Hose
						Hose	Hose
						HV	Hose Valve
						Hyd	Hydrant
						LIE	Long Turn Elbow
						mecT	Mechanical Tee
						Noz	Nozzle
						P1	Pump In
						P2	Pump Out
						PIV	Post Indicating Valve
						PO	Pipe Outlet
						PRV	Pressure Reducing Valve
						PrV	Pressure Relief Valve
						red	Reducer/Adapter
						S	Supply
						sCV	Swing Check Valve
						Spr	Sprinkler
						St	Strainer
						T	Tee Flow Turn 90°
						Tr	Tee Run
						U	Union
						WirF	Wirsbo
						WMV	Water Meter Valve
						Z	Cap

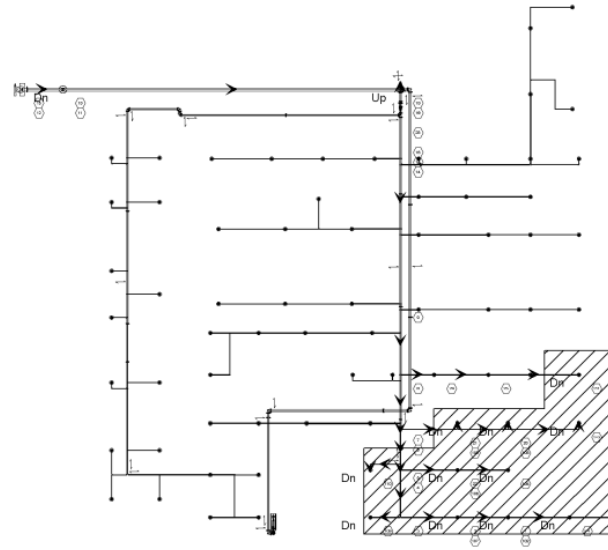


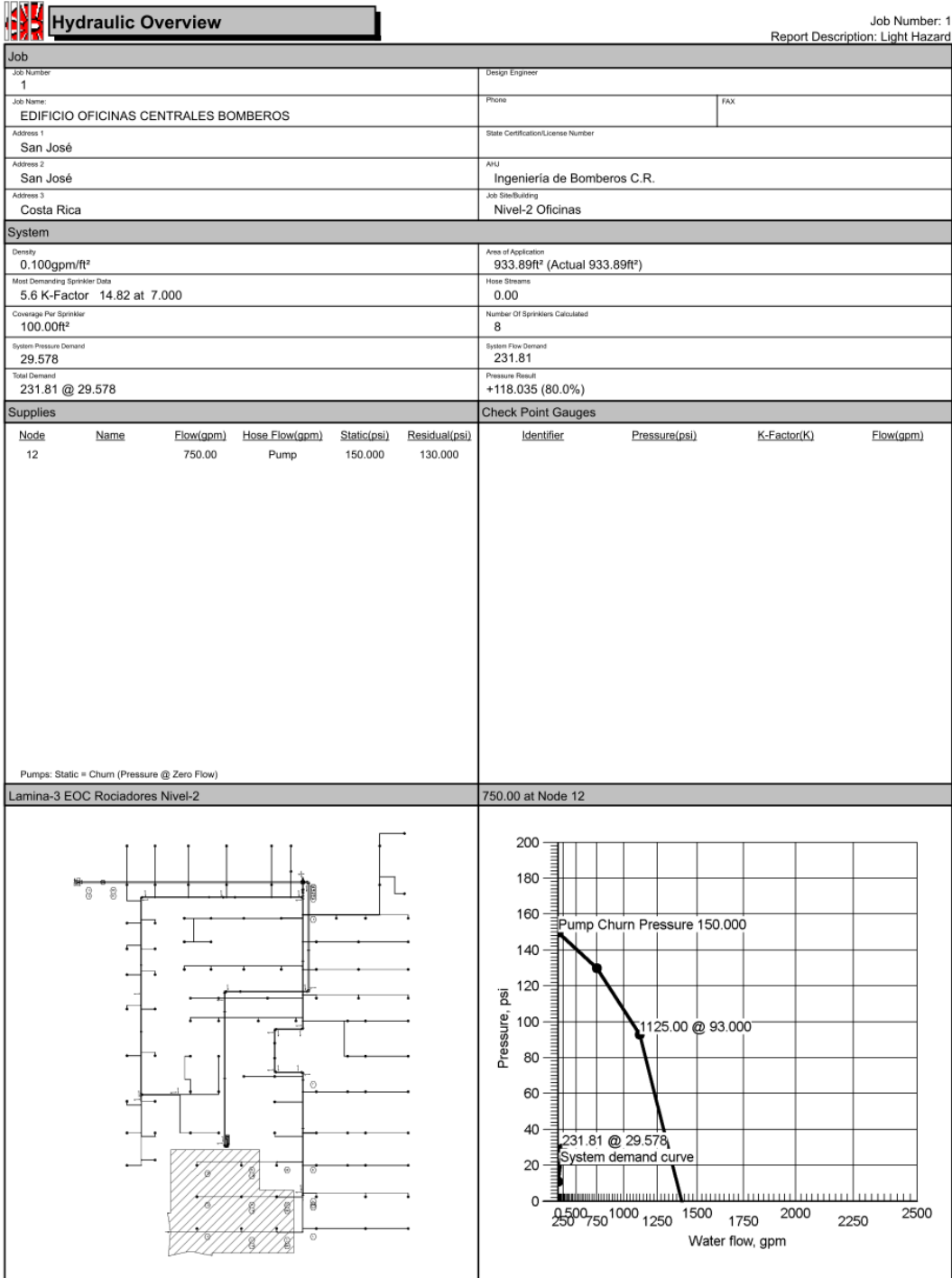
Flow Diagram (Top View)

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard











Hydraulic Summary

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

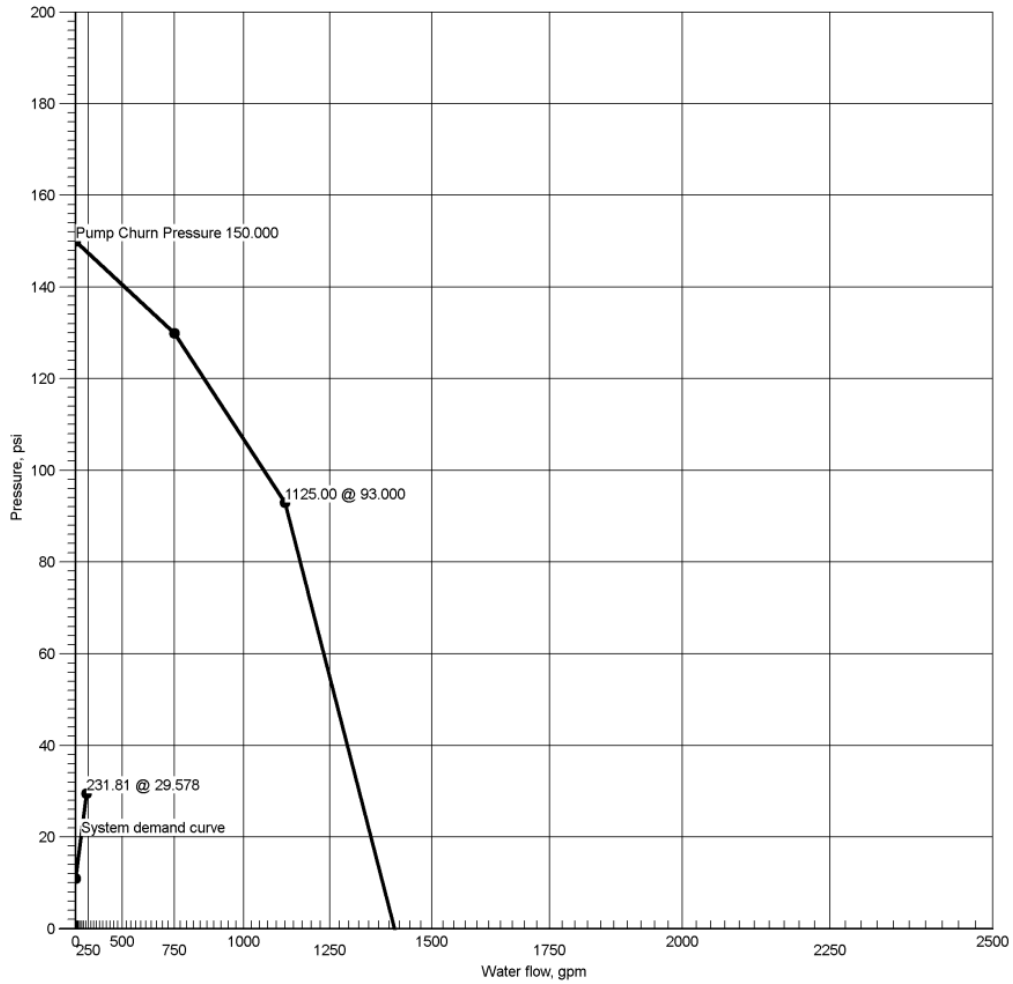
Job											
Job Number 1	Design Engineer										
Job Name: EDIFICIO OFICINAS CENTRALES BOMBEROS	State Certification/License Number										
Address 1 San José	AHJ Ingeniería de Bomberos C.R.										
Address 2 San José	Job Site/Building Nivel-2 Oficinas										
Address 3 Costa Rica	Drawing Name Lamina-3 EOC Rociadores Nivel-2										
System											
Most Demanding Sprinkler Data 5.6 K-Factor 14.82 at 7.000											
Hose Allowance At Source 0.00											
Additional Hose Supplies Node Flow(gpm) Hose At Node 23 100.00											
Remote Area(s) Occupancy Light Hazard											
Density 0.100gpm/ft²											
Area of Application 933.89ft² (Actual 933.89ft²)											
Number Of Sprinklers Calculated 8											
Coverage Per Sprinkler 100.00ft²											
AutoPeak Results: Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area Left: 24.953											
Total Hose Streams 100.00											
System Flow Demand 231.81	Total Water Required (Including Hose Allowance) 231.81										
Maximum Pressure Unbalance In Loops 0.000											
Maximum Velocity Above Ground 12.31 between nodes 22 and 21											
Maximum Velocity Under Ground 2.74 between nodes 10 and 19											
Volume capacity of Wet Pipes 392.83gal	Volume capacity of Dry Pipes										
Supplies											
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	@	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)
12		Pump	150.000	130.000		750.00	147.613		231.81	29.578	118.035
Pumps: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)											
Contractor											
Contractor Number		Contact Name Fernando Vargas Zuñiga		Contact Title							
Name of Contractor:		Phone 8896-4392		Extension							
Address 1		FAX									
Address 2		E-mail fervazu@hotmail.com									
Address 3		Web-Site									



Hydraulic Graph

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pump at Node 12



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 12	150.000	130.000 @ 750.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	150.000	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	147.613 @ 231.81	
System Demand		
29.578 @ 231.81		



Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Device		Actual Flow (gpm)	Minimum Flow (gpm)	K-Factor (K)	Pressure (psi)		
Hose	23	100.00	100.00	0	20.027		
⇒ Sprinkler	101	14.82	10.00	5.6	7.000		
Sprinkler	102	15.30	10.00	5.6	7.467		
Sprinkler	103	15.72	10.00	5.6	7.876		
Sprinkler	104	16.03	10.00	5.6	8.197		
Sprinkler	105	16.21	10.00	5.6	8.375		
Sprinkler	106	16.95	10.00	5.6	9.166		
Sprinkler	107	18.17	10.00	5.6	10.525		
Sprinkler	108	18.62	10.00	5.6	11.053		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
***** Route 1 *****							
DR	1.0490	14.82	5.50	120	0.074703	14'-4"	Pf 1.595
101	8'-6"	14.82	5.6	7.000	Sprinkler,	7'-0"	Pe -0.280
1	9'-2"			8.315	E(2'-0), T(5'-0)	21'-4"	Pv
BL	1.0490	30.53	11.33	120	0.284626	10'-1"	Pf 2.870
1	9'-2"	15.72		8.315	Flow (q) from Route 3	10'-1"	Pe
2	9'-2"			11.185			Pv
BL	1.3800	48.70	10.45	120	0.177566	8'-5"	Pf 2.029
2	9'-2"	18.17		11.185	Flow (q) from Route 7	3'-0"	Pe
3	9'-2"			13.214	E(3'-0)	11'-5"	Pv
BL	1.6100	48.70	7.67	120	0.083817	8'-11"	Pf 0.679
3	9'-2"			13.214			Pe
4	9'-2"			13.894		8'-11"	Pv
CM	2.0670	48.70	4.66	120	0.024824	1'-0"	Pf 0.025
4	9'-2"			13.894			Pe
270	9'-2"			13.918		1'-0"	Pv
CM	2.0670	98.65	9.43	120	0.091630	0'-5"	Pf 0.044
270	9'-2"	49.95		13.918	Flow (q) from Route 2		Pe
5	9'-2"			13.963		0'-5"	Pv
CM	2.6350	98.65	5.80	120	0.028090	9'-6"	Pf 0.267
5	9'-2"			13.963			Pe
6	9'-2"			14.230		9'-6"	Pv
CM	2.6350	131.81	7.76	120	0.048014	23'-5"	Pf 1.126
6	9'-2"	33.16		14.230	Flow (q) from Route 5		Pe
7	9'-2"			15.355		23'-5"	Pv
CM	3.2600	131.81	5.07	120	0.017029	71'-6"	Pf 2.615
7	9'-2"			15.355		81'-11"	Pe
8	9'-2"			17.970	4LiE(6'-8"), 2f(-0.000), CV(21'-6), BV(13'-5"), mecT(20'-2)	153'-6"	Pv
FR	6.3570	131.81	1.33	120	0.000659	5'-11"	Pf 0.004
8	9'-2"			17.970			Pe
9	3'-3"			20.534		5'-11"	Pv
FR	6.3570	231.81	2.34	120	0.001872	18'-8"	Pf 0.035
9	3'-3"	100.00		20.534	Flow (q) from Route 9		Pe 8.106
16	-15'-5"			28.675		18'-8"	Pv
FM	6.3570	231.81	2.34	120	0.001872	9'-4"	Pf 0.018
16	-15'-5"			28.675			Pe 4.057
18	-24'-9"			32.750		9'-4"	Pv
UG	6.2800	231.81	2.40	140	0.001494	4'-0"	Pf 0.039
18	-24'-9"			32.750			Pe 1.734
19	-28'-9"			34.523	E(22'-0")	26'-0"	Pv
UG	5.8800	231.81	2.74	150	0.001811	57'-2"	Pf 0.136
19	-28'-9"			34.523		18'-2"	Pe
10	-28'-9"			34.659	E(18'-2")	75'-4"	Pv
UG	6.2800	231.81	2.40	140	0.001494	4'-0"	Pf 0.006
10	-28'-9"			34.659			Pe -1.734
11	-24'-9"			32.931		4'-0"	Pv
FM	6.3570	231.81	2.34	120	0.001872	14'-10"	Pf 0.061
11	-24'-9"			32.931		17'-7"	Pe -3.414
12	-16'-10"			29.578	E(17'-7")	32'-6"	Pv
Pump							
12		231.81	Velocity	29.578	Rating: 130.000 @ 750.00		
13		Q=231.81	0.66	-118.035	Churn Pressure: 150.000		
		0.00			Hose Allowance At Source		
12		231.81					
***** Route 2 *****							
DR	1.0490	15.30	5.68	120	0.079298	13'-4"	Pf 1.218
102	8'-6"	15.30	5.6	7.467	Sprinkler,	2'-0"	Pe -0.280
14	9'-2"			8.405	E(2'-0)	15'-4"	Pv
BL	1.0490	31.33	11.63	120	0.298626	10'-1"	Pf 3.011
14	9'-2"	16.03		8.405	Flow (q) from Route 4		Pe
20	9'-2"			11.416		10'-1"	Pv
BL	1.3800	49.95	10.71	120	0.186110	7'-5"	Pf 2.502
20	9'-2"	18.62		11.416	Flow (q) from Route 8	6'-0"	Pe
270	9'-2"			13.918	mecT(6'-0)	13'-5"	Pv
***** Route 3 *****							
DR	1.0490	15.72	5.83	120	0.083310	1'-7"	Pf 0.719
103	8'-6"	15.72	5.6	7.876	Sprinkler,	7'-0"	Pe -0.280
1	9'-2"			8.315	E(2'-0), T(5'-0)	8'-7"	Pv
***** Route 4 *****							



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
DR	1.0490	16.03	5.95	120	0.086447		
104	8'-6½"	16.03	5.6	8.197	Sprinkler,	0'-7½"	Pf 0.488
14	9'-2¼"			8.405	T(5'-0)	5'-0"	Pe -0.280
						5'-7½"	Pv
***** Route 5 *****							
DR	1.0490	16.21	6.02	120	0.088184		
105	8'-6½"	16.21	5.6	8.375	Sprinkler,	14'-4¼"	Pf 1.618
21	9'-2¼"			9.713	2E(2'-0)	4'-0"	Pe -0.280
BL	1.0490	33.16	12.31	120	0.331607	18'-4¼"	Pv
21	9'-2¼"	16.95		9.713	Flow (q) from Route 6	10'-1"	Pf 3.344
22	9'-2¼"			13.057		10'-1"	Pe
BL	1.3800	33.16	7.11	120	0.087215	7'-5½"	Pf 1.173
22	9'-2¼"			13.057		6'-0"	Pe
6	9'-2¼"			14.230	mecT(6'-0)	13'-5¼"	Pv
***** Route 6 *****							
DR	1.0490	16.95	6.29	120	0.095860		
106	8'-6½"	16.95	5.6	9.166	Sprinkler,	1'-7½"	Pf 0.827
21	9'-2¼"			9.713	E(2'-0), T(5'-0)	7'-0"	Pe -0.280
						8'-7½"	Pv
***** Route 7 *****							
DR	1.0490	18.17	6.74	120	0.108935		
107	8'-6½"	18.17	5.6	10.525	Sprinkler,	1'-7½"	Pf 0.940
2	9'-2¼"			11.185	E(2'-0), T(5'-0)	7'-0"	Pe -0.280
						8'-7½"	Pv
***** Route 8 *****							
DR	1.0490	18.62	6.91	120	0.113980		
108	8'-6½"	18.62	5.6	11.053	Sprinkler,	0'-7½"	Pf 0.643
20	9'-2¼"			11.416	T(5'-0)	5'-0"	Pe -0.280
						5'-7½"	Pv
***** Route 9 *****							
OR	2.4690	100.00	6.70	120	0.039544		
23	3'-3½"	100.00		20.027	Hose	0'-10"	Pf 0.507
9	3'-3½"			20.534	mecT(12'-0)	12'-0"	Pe -0.000
						12'-10"	Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)				C Value Multiplier			
$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$				Value Of C	100	130	140
				Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33
							150
							1.51



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

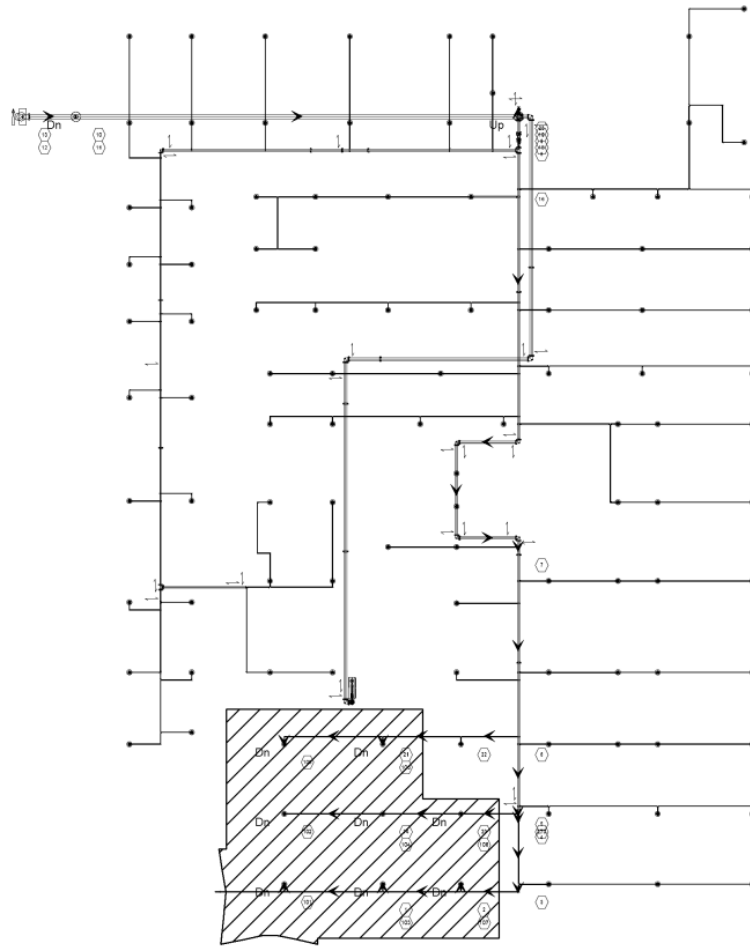
Report Description: Light Hazard

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Pipe Type Legend		Units Legend				Fittings Legend	
AO	Arm-Over	Diameter	Inch			ALV	Alarm Valve
BL	Branch Line	Elevation	Foot			AngV	Angle Valve
CM	Cross Main	Flow	gpm			b	Bushing
DN	Drain	Discharge	gpm			BaV	Ball Valve
DR	Drop	Velocity	fps			BFP	Backflow Preventer
DY	Dynamic	Pressure	psi			BV	Butterfly Valve
FM	Feed Main	Length	Foot			C	Cross Flow Turn 90°
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/Foot			cplg	Coupling
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant			Cr	Cross Run
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe			CV	Check Valve
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe			DeIV	Deluge Valve
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points			DPV	Dry Pipe Valve
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points			E	90° Elbow
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe			EE	45° Elbow
						Ee1	11¼° Elbow
						Ee2	22½° Elbow
						f	Flow Device
						fd	Flex Drop
						FDC	Fire Department Connection
						fE	90° FireLock(TM) Elbow
						fEE	45° FireLock(TM) Elbow
						flg	Flange
						FN	Floating Node
						IT	FireLock(TM) Tee
						g	Gauge
						GloV	Globe Valve
						GV	Gate Valve
						Ho	Hose
						Hose	Hose
						HV	Hose Valve
						Hyd	Hydrant
						LIE	Long Turn Elbow
						mecT	Mechanical Tee
						Noz	Nozzle
						P1	Pump In
						P2	Pump Out
						PIV	Post Indicating Valve
						PO	Pipe Outlet
						PRV	Pressure Reducing Valve
						PrV	Pressure Relief Valve
						red	Reducer/Adapter
						S	Supply
						sCV	Swing Check Valve
						Spr	Sprinkler
						St	Strainer
						T	Tee Flow Turn 90°
						Tr	Tee Run
						U	Union
						WirF	Wirsbo
						WMV	Water Meter Valve
						Z	Cap



Flow Diagram (Top View)

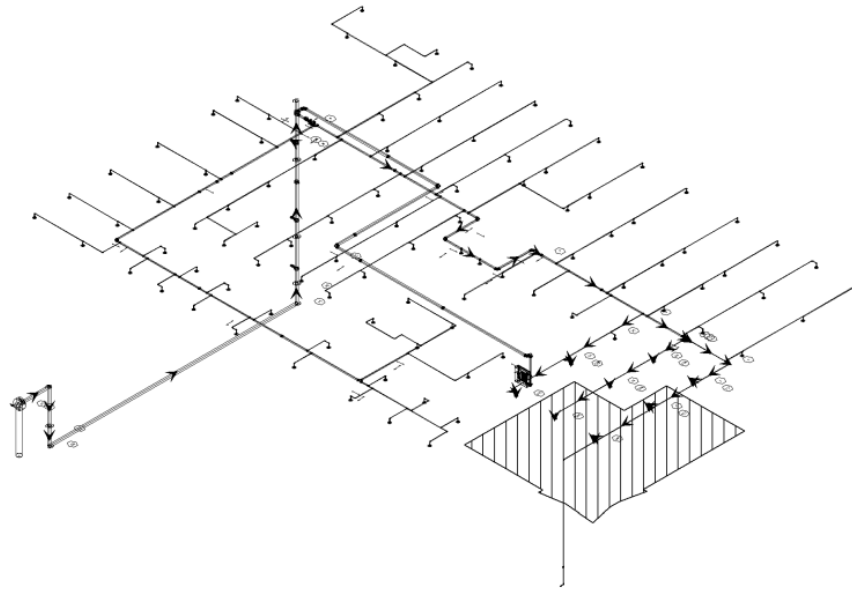
Job Number: 1
Report Description: Light Hazard

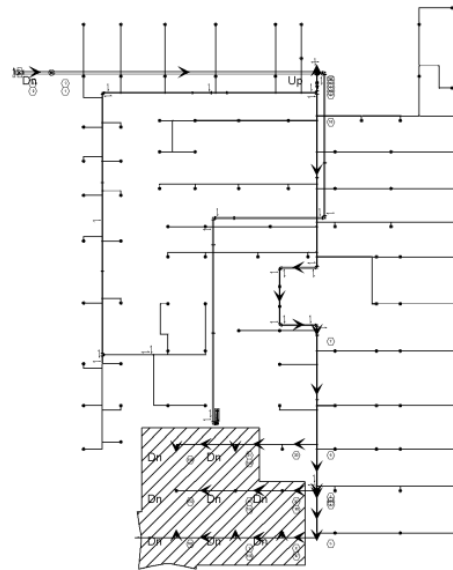




Flow Diagram (Isometric View)


Job Number: 1
Report Description: Light Hazard





Anexo D

Submittals para selección de equipo y fichas técnicas



GUARDIAN
FIRE EQUIPMENT, INC.

1500 Series
Hose/Extinguisher/Valve Cabinets

Accommodates

- 1½" Fire Hose Rack Assembly, Fire Extinguisher and 2½" Fire Dept. Valve

Standard Construction & Features

- One piece 20 gauge cold-rolled steel door and frame, 18 gauge steel box
- Door is reinforced with rigid tubular metal
- Continuous steel piano hinge and pin
- White baked acrylic enamel finish*
- Door handle hardware

*Suitable as prime or finish coat

Optional Door & Frame Materials

- Add prefix **AL** to cabinet model no. for aluminum (clear anodized finish)
- Add prefix **SS** to cabinet model no. for 304 stainless steel (#4 brushed finish)
- Add suffix **-RED** to steel cabinet model no. for red baked acrylic enamel finish

Refer to page 5 for details

Ordering Procedure

- Select cabinet model number
- Select cabinet door style (refer to page 6)
- Select fire hose rack assembly (refer to page 28)
- Select fire extinguisher (refer to pages 43 - 45)
- Select fire dept. valve (refer to page 50)

Standard Construction


Model No.	Mounting Style	Trim	Inside Box Dimensions			Frame O.D.*		Knockout Location			Wall Opening			ADA	
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Width		Height
1510	Trimless	--	32"	38"	8"	--	--	4"	4"	4"	4"	33"	39"	8½"	✓
1520	Recessed	¾"	32"	38"	8"	35½"	41½"	4"	4"	4"	4"	33"	39"	8¼"	✓
1530	Semi-Rec.	1¼"	32"	38"	8"	35½"	41½"	4"	4"	4"	4"	33"	39"	7¼"	✓
1540	Semi-Rec.	2½"	32"	38"	8"	35½"	41½"	4"	4"	4"	4"	33"	39"	6"	✓
1550	Surface	9"	35½"	41½"	8¼"	35½"	41½"	--	--	--	--	--	--	--	No

*Deduct ¼" O.D. for aluminum door and frame

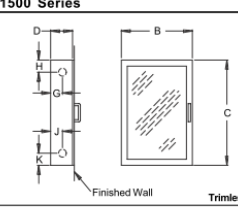
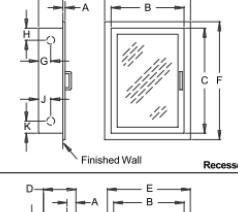
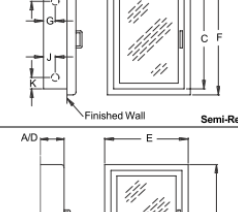
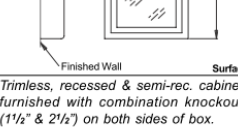
Fire-Rated

Model No.	Mounting Style	Trim	Inside Box Dimensions			Frame O.D.*		Knockout Location			Wall Opening			ADA
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Width	
FR1520	Recessed	¾"	32"	38"	8"	35½"	41½"	--	--	--	34⅞"	40⅞"	9⅞"	✓
FR1530	Semi-Rec.	1¼"	32"	38"	8"	35½"	41½"	--	--	--	34⅞"	40⅞"	8⅞"	✓
FR1540	Semi-Rec.	2½"	32"	38"	8"	35½"	41½"	--	--	--	34⅞"	40⅞"	7"	✓

Note: Fire-Rated cabinets are fabricated in accordance with **WARNOCK HERSEY** certified designs and labelled for 1 and 2-hour combustible and non-combustible walls. Boxes are double-wall construction, lined with fire resistant material.



1500 Series

Trimless, recessed & semi-rec. cabinets furnished with combination knockouts (1½" & 2½") on both sides of box.

Series TY-FRB, 5.6 K-factor Upright, Pendent, and Recessed Pendent Sprinklers Quick Response, Standard Coverage

General Description

The TYCO Series TY-FRB, 5.6 K-factor, Upright (TY313) and Pendent (TY323) Sprinklers described in this data sheet are quick response, standard coverage, decorative 3 mm glass bulb-type spray sprinklers designed for use in light or ordinary hazard, commercial occupancies such as banks, hotels, and shopping malls.

The recessed version of the Series TY-FRB Pendent Sprinkler, where applicable, is intended for use in areas with a finished ceiling. This recessed pendent sprinkler uses one of the following:

- A two-piece Style 15 Recessed Escutcheon with recessed adjustment up to 5/8 inch (15,9 mm) from the flush pendent position.
- A two-piece Style 20 Recessed Escutcheon with recessed adjustment up to 1/2 inch (12,7 mm) from the flush pendent position.

The adjustment provided by the Recessed Escutcheon reduces the accuracy to which the fixed pipe drops to the sprinklers must be cut.

Intermediate level versions of Series TY-FRB Sprinklers are described in Technical Data Sheet TFP357. Sprinkler guards and shields are described in Technical Data Sheet TFP780.

IMPORTANT

Always refer to Technical Data Sheet TFP700 for the "INSTALLER WARNING" that provides cautions with respect to handling and installation of sprinkler systems and components. Improper handling and installation can permanently damage a sprinkler system or its components and cause the sprinkler to fail to operate in a fire situation or cause it to operate prematurely.

NOTICE

The TYCO Series TY-FRB Sprinklers described herein must be installed and maintained in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association, in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. Failure to do so may impair the performance of these devices.

The owner is responsible for maintaining their fire protection system and devices in proper operating condition. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted with any questions.

Sprinkler Identification Number (SIN)

TY313 Upright 5.6K, 1/2" NPT
TY323 Pendent 5.6K, 1/2" NPT

Technical Data

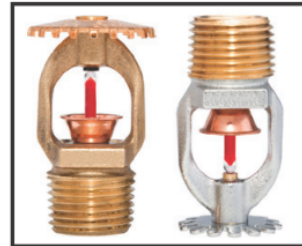
Approvals
UL and C-UL Listed
FM, LPCB, and VdS Approved
CE Certified

Sprinklers with Polyester Finish are UL and C-UL Listed as Corrosion-Resistant Sprinklers.

Maximum Working Pressure
175 psi (12.1 bar)
250 psi (17.2 bar)*

* The maximum working pressure of 250 psi (17.2 bar) only applies to the listing by Underwriters Laboratories, Inc. (UL).

Discharge Coefficient
K=5.6 GPM/psi^{1/2} (80,6 LPM/bar^{1/2})



Temperature Rating

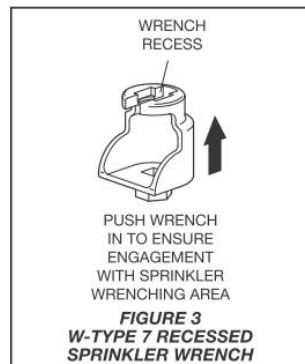
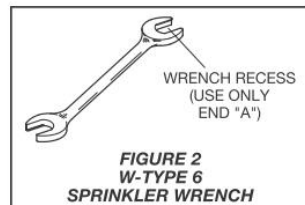
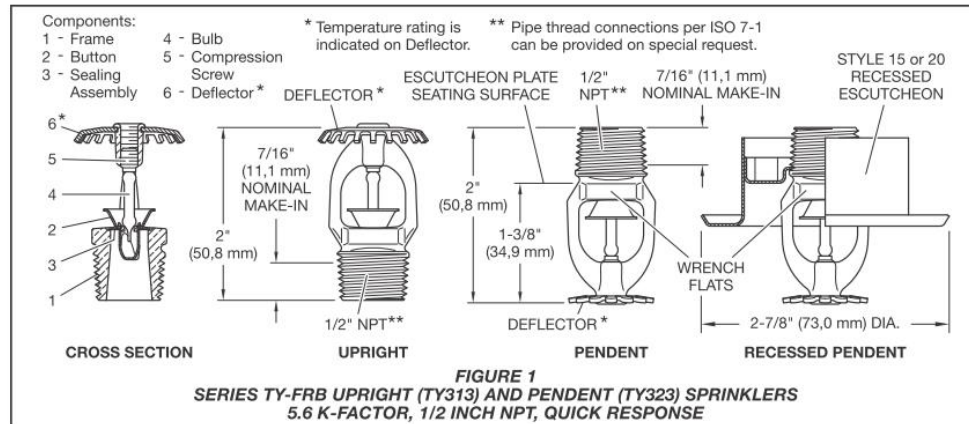
135°F (57°C)
155°F (68°C)
175°F (79°C)
200°F (93°C)
286°F (141°C)

Finishes

Sprinkler: Refer to Table A
Recessed Escutcheon: White Coated, Chrome Plated, or Brass Plated

Physical Characteristics

Frame Bronze
Button Brass/Copper
Sealing Assembly Stainless Steel w/TEFLON
Bulb Glass
Compression Screw Bronze
Deflector Bronze



Operation

The glass bulb contains a fluid which expands when exposed to heat. When the rated temperature is reached, the fluid expands sufficiently to shatter the glass bulb, allowing the sprinkler to activate and water to flow.

Design Criteria

The TYCO Series TY-FRB, 5.6 K-factor, Upright (TY313) and Pendent (TY323) Sprinklers are intended for fire protection systems designed in accordance with the standard installation rules recognized by the applicable Listing or Approval agency (such as, UL Listing is based on the requirements of NFPA 13, and FM Approval is based on the requirements of FM's Loss Prevention Data Sheets). Only the Style 15 or Style 20 Recessed Escutcheon is to be used for recessed pendent installations.

Installation

The TYCO Series TY-FRB, 5.6 K-factor, Upright (TY313) and Pendent (TY323) Sprinklers must be installed in accordance with this section.

General Instructions

Do not install any bulb-type sprinkler if the bulb is cracked or there is a loss of liquid from the bulb. With the sprinkler held horizontally, a small air bubble should be present. The diameter of the air bubble is approximately 1/16 inch (1.6 mm) for the 135°F (57°C) and 3/32 inch (2.4 mm) for the 286°F (141°C) temperature ratings.

A leak-tight 1/2 inch NPT sprinkler joint should be obtained by applying a minimum to maximum torque of 7 to 14 ft.-lbs. (9.5 to 19.0 Nm). Higher levels of torque can distort the sprinkler Inlet with consequent leakage or impairment of the sprinkler.

Do not attempt to compensate for insufficient adjustment in the Escutcheon Plate by under- or over-tightening the sprinkler. Re-adjust the position of the sprinkler fitting to suit.

Upright and Pendent Sprinklers

The Series TY-FRB Upright and Pendent Sprinklers must be installed in accordance with the following instructions.

Step 1. Install Pendent sprinklers in the pendent position. Install upright sprinklers in the upright position.

Step 2. With pipe-thread sealant applied to the pipe threads, hand-tighten the sprinkler into the sprinkler fitting.

Step 3. Tighten the sprinkler into the sprinkler fitting using only the W-Type 6 Sprinkler Wrench (Figure 2). With reference to Figure 1, apply the W-Type 6 Sprinkler Wrench to the wrench flats. Torque sprinklers 7 to 14 ft.-lbs. (9,5 to 19,0 Nm).

Recessed Pendent Sprinklers

The Series TY-FRB Recessed Pendent Sprinklers must be installed in accordance with the following instructions.

Step A. After installing the Style 15 or Style 20 Mounting Plate over the sprinkler threads, and with pipe-thread sealant applied to the pipe threads, hand-tighten the sprinkler into the sprinkler fitting.

Step B. Tighten the sprinkler into the sprinkler fitting using only the W-Type 7 Recessed Sprinkler Wrench (Figure 3). With reference to Figure 1, apply the W-Type 7 Recessed Sprinkler Wrench to the sprinkler wrench flats. Torque sprinklers 7 to 14 ft.-lbs. (9,5 to 19,0 Nm).

Step C. After ceiling installation and finishing, slide on the Style 15 or Style 20 Closure over the Series TY-FRB Sprinkler and push the Closure over the Mounting Plate until its flange comes in contact with the ceiling.

Care and Maintenance

The TYCO Series TY-FRB, 5.6 K-factor, Upright (TY313) and Pendent (TY323) Sprinklers must be maintained and serviced in accordance with this section.

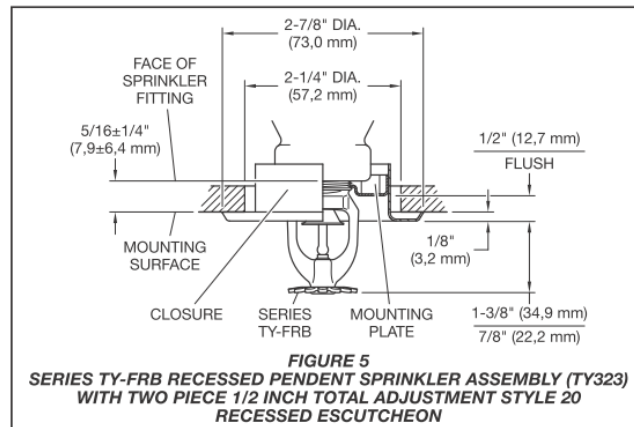
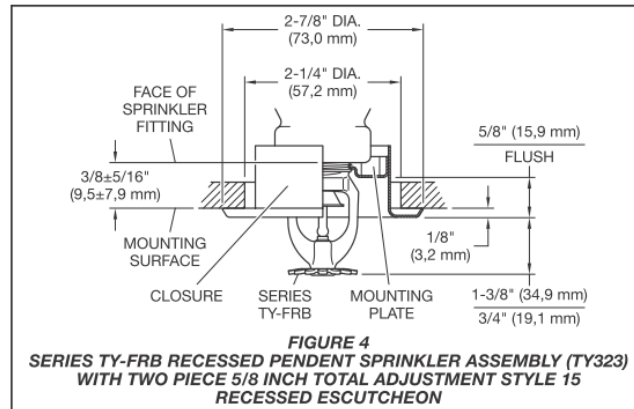
Before closing a fire protection system main control valve for maintenance work on the fire protection system that it controls, obtain permission to shut down the affected fire protection systems from the proper authorities and notify all personnel who may be affected by this action.

Absence of the outer piece of an escutcheon, which is used to cover a clearance hole, can delay sprinkler operation in a fire situation.

The owner must assure that the sprinklers are not used for hanging any objects and that the sprinklers are only cleaned by means of gently dusting with a feather duster; otherwise, non-operation in the event of a fire or inadvertent operation may result.

Sprinklers which are found to be leaking or exhibiting visible signs of corrosion must be replaced.

Automatic sprinklers must never be painted, plated, coated, or otherwise altered after leaving the factory.



Modified sprinklers must be replaced. Sprinklers that have been exposed to corrosive products of combustion, but have not operated, should be replaced if they cannot be completely cleaned by wiping the sprinkler with a cloth or by brushing it with a soft bristle brush.

Care must be exercised to avoid damage to the sprinklers before, during, and after installation. Sprinklers damaged by dropping, striking, wrench twist/slippage, or the like, must be replaced. Also, replace any sprinkler that has a cracked bulb or that has lost liquid from its bulb. (Ref. Installation Section.)

The owner is responsible for the inspection, testing, and maintenance of their fire protection system and devices in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association (e.g., NFPA 25), in addition to the

standards of any other authorities having jurisdiction. Contact the installing contractor or sprinkler manufacturer regarding any questions.

Automatic sprinkler systems are recommended to be inspected, tested, and maintained by a qualified Inspection Service in accordance with local requirements and/or national codes.

P/N* 77 - XXX - X - XXX			TEMPERATURE RATINGS	
		SIN		
370	5.6K UPRIGHT (1/2" NPT)	TY313	135	135°F (57°C)
371	5.6K PENDENT (1/2" NPT)	TY323	155	155°F (68°C)
			175	175°F (79°C)
			200	200°F (93°C)
			286	286°F (141°C)

SPRINKLER FINISH	
1	NATURAL BRASS
3	PURE WHITE (RAL9010)**
4	SIGNAL WHITE (RAL9003)
9	CHROME PLATED

* Use suffix "I" for ISO 7-1 connection; for example, 77-370-4-175-I

** Eastern Hemisphere sales only

TABLE A
SERIES TY-FRB UPRIGHT AND PENDENT SPRINKLERS
PART NUMBER SELECTION

Limited Warranty

For warranty terms and conditions, visit www.tyco-fire.com.

Ordering Procedure

Contact your local distributor for availability. When placing an order, indicate the full product name and Part Number (P/N).

Sprinkler Assemblies with NPT Thread Connections

Specify: Series TY-FRB Upright or Pendent (specify) Sprinkler, SIN (specify), K=5.6, Quick Response, (specify) temperature rating, (specify) finish, P/N (specify, refer to Table A).

Recessed Escutcheon

Specify: Style 15 Recessed Escutcheon with (specify) finish, P/N (specify)

Specify: Style 20 Recessed Escutcheon with (specify) finish, P/N (specify)

* Refer to Technical Data Sheet TFP770

Sprinkler Wrench

Specify: W-Type 6 Sprinkler Wrench, P/N 56-000-6-387

Specify: W-Type 7 Sprinkler Wrench, P/N 56-850-4-001

GLOBAL HEADQUARTERS | 1400 Pennbrook Parkway, Lansdale, PA 19446 | Telephone +1-215-362-0700

Copyright © 2014 Tyco Fire Products, LP. All rights reserved.
TEFLON is trademark of The DuPont Corporation.

tyco
Fire Protection Products

Las bombas de turbina vertical contra incendio de A-C Fire Pump están diseñadas para suministrar de agua a sistemas de tuberías, rociadores, mitigación química e hidrantes para la supresión de incendios en instalaciones industriales y comerciales.

Características y Beneficios

- Rangos de presión: 50 PSI a 350 PSI.
- Rangos de flujo: 250 GPM a 5,000 GPM.
- Pruebas de desempeño e hidrostáticas.
- Cumplen con NFPA 20, UL, ULC, FM.
- Materiales de construcción: hierro fundido, impulsores en bronce.
- Sellado mecánico: empaquetadura con lubricación externa.
- Construcción modular: garantiza total flexibilidad en la selección de una bomba.
- Componentes estándar pre-diseñados.
- Diseño ahorrador de espacio: requiere un espacio mínimo en piso.
- Altura de succión estática: permisible conforme a NFPA 20 cuando el suministro de agua se localiza bajo la superficie del suelo.
- Eje de transmisión abierto: tazones y cojinetes del eje de transmisión lubricados por agua.
- Tazón asegurado con pernos: la campana de succión y los tazones se conectan unidos con pernos, permitiendo un desensamble más fácil.
- Impulsores balanceados dinámicamente: fijos al eje de transmisión con candados de acero.
- Conexión para manómetro en la descarga.



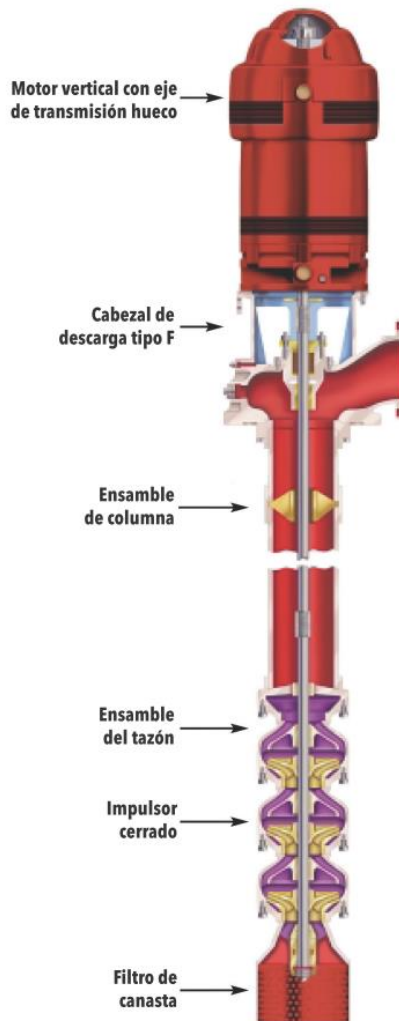
Bomba Turbina Vertical contra Incendio

CAPACIDADES: HASTA 5000 GPM

PRESIÓN: 50 A 350 PSI

AC VERTJ03-SP

**AC FIRE
PUMP**
a xylem brand



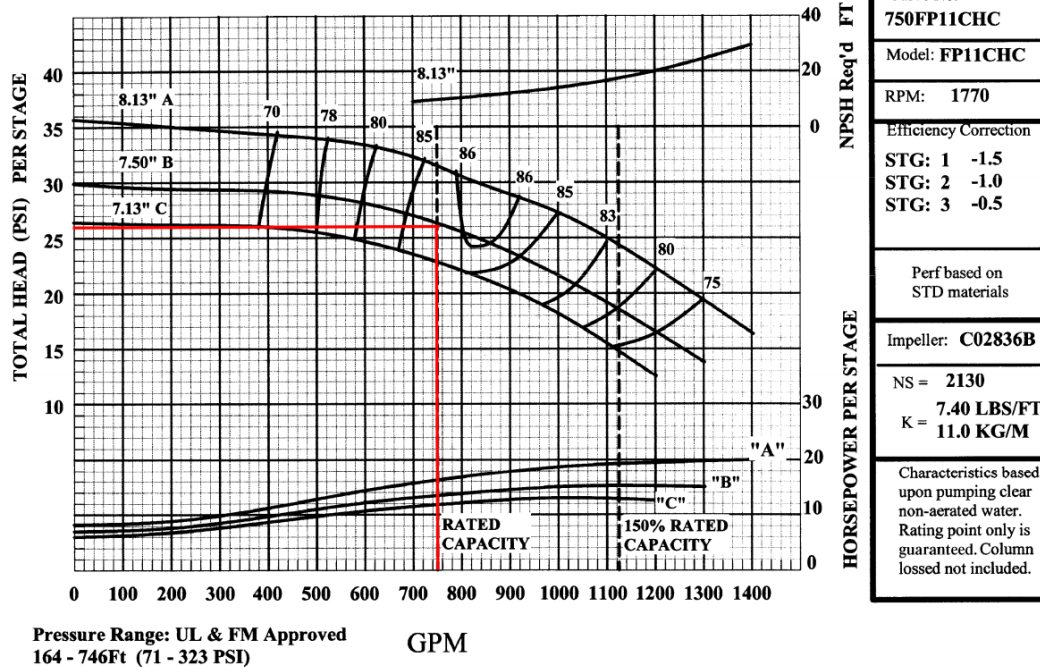
Descripción de la parte	Material
Cabezal de descarga	Hierro fundido o acero fabricado - Brida 125#, 150# y 250#
Ensamble de columna	Acero
Eje de Transmisión	Acero inoxidable - 416
Tazón	Hierro fundido
Impulsor cerrado	Bronce
Filtro	Latón

Capacidad (GPM)	Presión (PSI)		Número de etapas	HP
250	min	49	3	12
	max	206	9	48
500	min	54	3	23
	max	256	9	117
750	min	71	3	44
	max	323	10	217
1000	min	85	3	71
	max	352	10	307
1500	min	50	2	64
	max	295	7	419
2000	min	55	2	88
	max	257	6	460
2500	min	77	2	152
	max	186	3	437
3000	min	101	2	301
	max	147	2	466
3500	min	94	2	292
	max	141	2	461
4000	min	105	2	329
	max	141	2	486
4500	min	56	1	249
	max	129	2	531
5000	min	55	1	249
	max	126	2	527

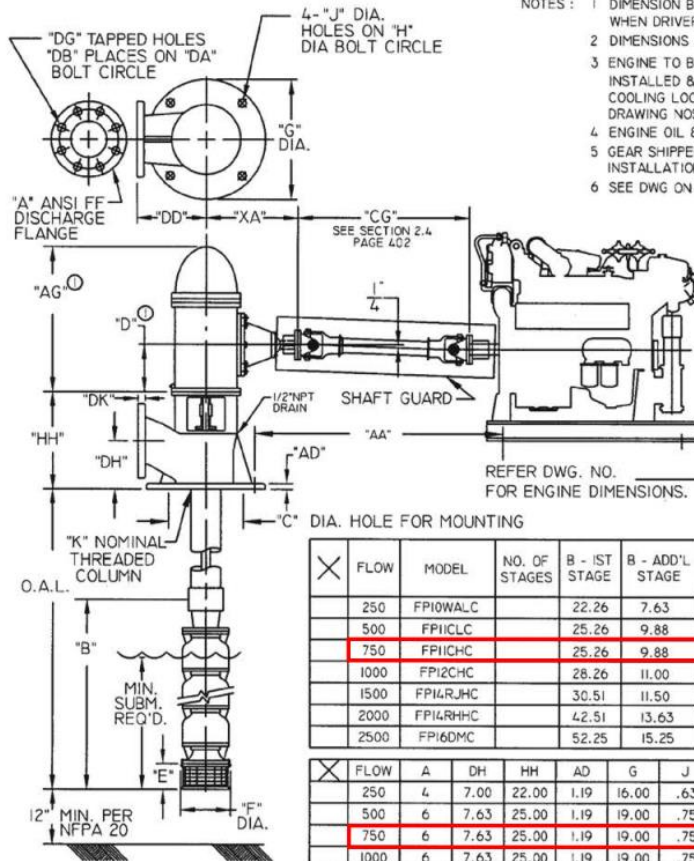


Xylem Inc.
8200 N. Austin Avenue
Morton Grove, Illinois 60053
Teléfono: (847) 966-3700
Fax: (847) 965-8379
www.acfirepump.com

A-C Fire Pump es una marca registrada de Xylem Inc. o una de sus subsidiarias. © 2015 Xylem Inc. AC VERTJ03-SP Abril 2015



October 2015



- NOTES :
1. DIMENSION BASED ON RANDOLPH GEAR DRIVE. MAY VARY WHEN DRIVER ADAPTOR IS REQUIRED.
 2. DIMENSIONS ARE IN INCHES UNLESS OTHERWISE INDICATED.
 3. ENGINE TO BASE MOUNTING & COOLING LOOP TO BE FIELD INSTALLED & PLUMBED FOR GEAR COOLING WATER & ENGINE COOLING LOOP PLUMBING RECOMMENDATIONS REFER TO DRAWING NOS. FP-10-04 & FP-10-05.
 4. ENGINE OIL & ANTI FREEZE/COOLANT NOT INCLUDED.
 5. GEAR SHIPPED FILLED WITH OIL. CHECK LEVEL BEFORE INSTALLATION.
 6. SEE DWG ON PAGE 402 FOR RIGHT ANGLE GEAR DIMENSIONS.

125#DISCHARGE FLANGE						
A	DA	DB	DG	DK	DD	
4	7.50	8	.62	1.00	10.00	
6	9.50	8	.75	1.00	10.25	
8	11.75	8	.75	1.12	11.50	
10	14.25	12	.88	1.19	14.00	

250#DISCHARGE FLANGE						
A	DA	DB	DG	DK	DD	
4	7.88	8	.75	1.00	10.00	
6	10.63	12	.75	1.44	10.69	
8	13.00	12	.88	1.63	12.00	
10	15.25	16	1.00	1.88	14.69	

FLOW	MODEL	NO. OF STAGES	B - 1ST STAGE	B - ADD'L STAGE	C	E	F	K	CG	AA
250	FP10WALC		22.26	7.63	12.25	6.63	11.25	4		
500	FP11CLC		25.26	9.88	13.25	6.25	12.13	6		
750	FP11CHC		25.26	9.88	13.25	6.25	12.13	6		
1000	FP12CHC		28.26	11.00	13.25	6.25	12.13	6		
1500	FP14RJHC		30.51	11.50	15.00	9.63	14.00	8		
2000	FP14RHHC		42.51	13.63	15.00	11.38	15.75	10		
2500	FP16DMC		52.25	15.25	19.00	16.00	17.50	10		

FLOW	A	DH	HH	AD	G	J	H	MIN SUBM.
250	4	7.00	22.00	1.19	16.00	.63	14.00	23.93
500	6	7.63	25.00	1.19	19.00	.75	17.00	29.25
750	6	7.63	25.00	1.19	19.00	.75	17.00	33.75
1000	6	7.63	25.00	1.19	19.00	.75	17.00	40.25
1500	8	8.75	26.00	1.19	21.00	.75	18.75	51.63
2000	10	10.56	28.25	1.37	25.00	.75	22.75	61.38
2500	10	10.56	28.25	1.37	25.00	.75	22.75	66.00

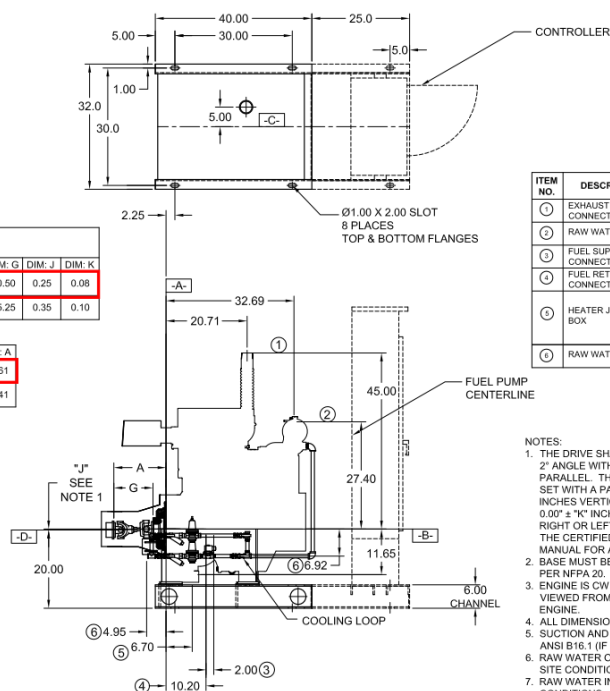
NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED.	CERTIFIED FOR:		APPROVAL						UL	FM	ULC
	CUSTOMER ORDER NO:		IDENTIFICATION NO:								
	PUMP DATA	SIZE	NO. OF STAGES	CURVE NO.	GPM	HEAD (PSI)	PUMP MAX BHP	PUMP RPM	FLANGE SIZE #	WEIGHT	
	ENGINE DATA	MAKE		MODEL		USABLE BHP	RPM	VOLTAGE	POLARITY	WEIGHT	
	GEAR DATA	MAKE		MODEL		MAXIMUM BHP		RATIO		WEIGHT	
	BASEPLATE: <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO										
	SHOP ORDER:		CERTIFIED BY:		DATE:		TOTAL WEIGHT				

CLARKE FIRE PUMP DRIVERS
EPA NSPS TIER 1 ENGINE MODELS
VT APPLICATIONS

- [A] - MOUNTING FACE OF FLYWHEEL
 [B] - ENGINE CRANKSHAFT HORIZONTAL CENTERLINE
 [C] - ENGINE CRANKSHAFT VERTICAL CENTERLINE
 [D] - RIGHT ANGLE GEAR SHAFT CENTERLINE

LISTED DRIVESHAFT				
ENGINE MODEL	DRIVESHAFT MODEL	DIM. G	DIM. J	DIM. K
JU4H-UF34, 40, 42, H0, H2	CDS20-SC	10.50	0.25	0.08
JU4H-UF50, 52, 54, 58	CDS30-S1	15.25	0.35	0.10

DRIVESHAFT MODEL	COUPLING MODEL	DIM. A
CDS20-SC	TC25-11.5-55 FS	14.61
CDS30-S1	TC25-11.5-61FS	19.41



Vertical Pumps

ITEM NO.	DESCRIPTION	CONNECTION SIZE
1	EXHAUST OUTLET CONNECTION	4" NPT EXHAUST
2	RAW WATER OUTLET	SEE NOTE 6
3	FUEL SUPPLY CONNECTION (FARSIDE)	1/2" NPTF
4	FUEL RETURN CONNECTION (FARSIDE)	3/8" NPTF
5	HEATER JUNCTION BOX	VOLTAGE REQUIREMENTS: AC CONNECTION HEATER 1000 WATTS STD-115 VAC ±5%-10% OPT-230 VAC ±5%-10%
6	RAW WATER INLET	SEE NOTE 7

NOTES:

1. THE DRIVE SHAFT IS DESIGNED TO OPERATE AT A 2° ANGLE WITH THE INPUT AND OUTPUT SHAFTS IN PARALLEL. THE ENGINE CRANKSHAFT IS TO BE SET WITH A PARALLEL OFFSET OF "J" ± "K" INCHES VERTICALLY ABOVE THE PUMP SHAFT AND 0.00" ± "K" INCH PARALLEL OFFSET HORIZONTALLY RIGHT OR LEFT OF THE PUMP SHAFT. REFER TO THE CERTIFIED DRIVESHAFT INSTRUCTIONS MANUAL FOR ALIGNMENT INSTRUCTIONS.
2. BASE MUST BE COMPLETELY FILLED WITH GROUT PER NFPA 20.
3. ENGINE IS CW (CLOCKWISE) ROTATION WHEN VIEWED FROM THE HEAT EXCHANGER/FRONT OF ENGINE.
4. ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES.
5. SUCTION AND DISCHARGE FLANGES DRILLED PER ANSI B16.1 (IF APPLICABLE).
6. RAW WATER OUTLET SIZE VARIES BASED UPON SITE CONDITIONS. DEFAULT SIZE: 1" NPT.
7. RAW WATER INLET SIZE VARIES BASED UPON SITE CONDITIONS.

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED.									
CERTIFIED FOR:						APPROVAL: <input type="checkbox"/> UL <input type="checkbox"/> FM <input type="checkbox"/> ULC			
CUSTOMER ORDER NO:			IDENTIFICATION NO:			FLANGES			
PUMP DATA	SIZE	MODEL	CURVE NO.	GPM	HEAD (FT.)	ROTATION	SUCTION	DISCHARGE	
						CW			
ENGINE DATA	MAKE	MODEL	HP	RPM	VOLTAGE	POLARITY	MAX ALTITUDE		
	CLARKE					NEG.			
SHOP ORDER:			CERTIFIED BY:			TOTAL WEIGHT		DATE:	

ALL VIEWS 3rd ANGLE PROJECTION

C132365 RevF
12AUG15

Clarke Torsional Coupling And Driveshaft Models For Each Clarke Engine Model

Clarke Engines, UL/FM approved Heat Exchanger and Radiator Cooled Models	UL Listed Driveshaft Model	Non-Listed Driveshaft Model	Torsional Coupling Model
KA4H-UFKA24	CDS10-SC		Not Available
JU4H-UF10, 12, 14, 20, 22, 24, 04, AEA0	CDS10-SC		TC15-11.5-41-FS
JU4H-UFAEE8, UFAEF2	CDS20-SC		TC15-11.5-55-FS
JU4H-UF34, H0, ADJ8, ADJ2, H2, 40, 42	CDS20-SC		TC25-11.5-55-FS
JU4H-UF58, AD58, UF50, UF52, UF54, ADJG, ADP0, ADR0, ADW8, ADY8	CDS30-S1		TC25-11.5-61-FS
JU4H-UFAD98	CDS50-SC		TC35-11.5-81-FS
JU4R-UF09, 11, 13, 19, 21, 23, AEA9	CDS10-SC		TC15-11.5-41-FS
JU4R-UFAEE7, AEF1	CDS20-SC		TC15-11.5-55-FS
JU4R-UF40	CDS20-SC		TC25-11.5-55-FS
JU4R-UF49, 51, 53	CDS30-S1		TC25-11.5-61-FS
JU6H-UF00, D2, 30, 32, 34	CDS20-S1		TC25-11.5-55-FS
JU6H-UFM8, M0, M2, 58, ADMG, 50, 52, 54, ADK0, AD58, ADNG, ADN0, ADQ0, ADR0, 60, 62, 84	CDS30-S1		TC35-11.5-61-FS
JU6H-UFAAPG, Q8, AARG, ADP8, AD88, ADR8, ADS8, AAS0	CDS50-SC		TC35-11.5-81-FS
JU6H-UFADW8, AD98, ADX8	CDS50-SC		TC45-11.5-81-FS
JU6H-UFADP0, ADT0	CDS50-SC ^{1,2}	SC81A ³	TC35-11.5-81-FS
JU6H-UFADS0	CDS50-SC ²	SC81A ³	TC35-11.5-81-FS
JU6R-UFAAD9, D1, 29, 31, 33	CDS20-S1		TC25-11.5-55-FS
JU6R-UFAAM7, M9, M1, 57, 49, 51, 53, 59, 61, 83	CDS30-S1		TC35-11.5-61-FS
JU6R-UFAAPF, Q7, RF, S9	CDS50-SC		TC35-11.5-81-FS
ZF6H-UFAC60	CDS50-SC ^{2,4,5}	SC81A ^{3,6}	TC45-11.5-81-FS
ZF6H-UFAC70	CDS50-SC ²	SC81A ^{3,6}	TC45-11.5-81-FS
ZE4H-UFAD60	CDS20-SC		TC25-11.5-55-FS
JW6H-UFADD0, ADF0	CDS50-SC		TC45-11.5-81-FS
JW6H-UFADJ0	CDS50-SC		TC50-11.5-81-FS
JW6H-UFAD70	CDS50-SC		TC50-11.5-81-FS
JW6H-UFAD80, AA80	CDS50-SC ²	SC81A ¹	TC50-11.5-81-FS
JW6H-UFAA60		SC81A ³	TC50-11.5-81-FS
DP6H-UFAA50	CDS50-SC ^{1,2}	SC81A ³	TC45-14-81-FS
DP6H-UFAA88, X8	CDS50-SC		TC45-14-81-FS
DP6H-UFAA62		SC81A	TC45-14-81-FS
DP6H-UFAA70	CDS50-SC ²	SC81A ³	TC45-14-81-FS
DQ6H-UFAA50	CDS50-SC		TC45-14-81-FS
DQ6H-UFAA60, 88, 98	CDS50-SC		TC50-14-81-FS
JX6H-UFADF0, AD60, ADK0, ADN0, ADP0, AD88		SC2160A	TC55-14-180.10-FS
DR8H-UFAA40, AA5G, AA68, AA62		SC2160A	TC55-14-180.10-FS
DS0H-UFAAM0, AAN0, AA68, AA60, AA92, DS0R-UFAA67, AA59		SC2160A	TC55-14-180.10-FS
DS0H-UFAA98		SC2160A*	TC55-14-180.10-FS
DT2H-UFAA20, 58, 50, 60		SC2160A*	TC60-14-180.10-FS
DT2H-UFAA98		SC2390*	TC60-14-180.10-FS
DT2H-UFAA88, AA92		SC2390	TC60-14-180.10-FS

Note: Non-Listed Driveshafts are shown when a UL Listed Driveshaft is not available.

* Rated for 2000 Hour B-10 Bearing Life and 1.5 Service Factor. Consult Factory for 5000 Hour B-10 Bearing Life and 1.5 Service Factor Driveshaft Selection.

NFPA (2018) Language related to an Engine Driven Vertical Turbine Fire Pump Application:

7.5.1.6 Mass Elastic System.

7.5.1.6.1 For drive systems that include a right angle gear drive, the pump manufacturer shall provide a complete mass elastic system torsional analysis to ensure there are no damaging stresses or critical speeds within 25 percent above and below the operating speed of the pump and drive.

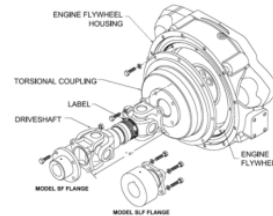
7.5.1.6.2 The torsional analysis specified in 7.5.1.6.1 shall include the mass elastic characteristics for a wetted pump with the specific impeller trim, coupling, right-angle gear, flexible connecting shaft, and engine, plus the excitation characteristics of the engine.

7.5.1.6.4 For vertical turbine pumps using angle gear drives driven by a diesel engine, a torsional vibration damping type coupling shall be used and mounted on the engine side of the driver shaft.

7.5.1.6.4.1 The torsional vibration damping type coupling shall be permitted to be omitted when a mass elastic system torsional analysis is provided and accepted by the authority having jurisdiction.

Notes:

- 1) All Torsional Couplings (TC Series) are Non-Listed.
- 2) a) For VTFP/RAG applications a 3 mass torsional vibration analysis will be provided at no charge when a Clarke Torsional Coupling is ordered with a Clarke Engine. (Free Response Only)
b) For an HSC or ES application a 2 mass torsional vibration analysis will be provided at no charge when a Clarke Torsional Coupling is ordered with a Clarke Engine. (Free Response Only)
- 3) All Clarke Torsional Couplings have a fail-safe (FS) feature.
- 4) Most common applications will be for Vertical Turbine Fire Pumps, but Torsional Couplings can be used with Horizontal Fire Pumps as well.
- 5) The rubber element (elastomer) portion of the Torsional Coupling is available in three (3) different durometers, each with a different torsional spring rate. The torsional analysis will determine which durometer is best for each application.
- 6) For Driveshaft and Torsional Coupling part numbers see Tables A and B.
- 7) For additional driveshaft information refer to C133659.



¹ 1760 RPM
² 2100 RPM
³ 2350 RPM
⁴ 1470 RPM
⁵ 1800 RPM
⁶ 2650 RPM

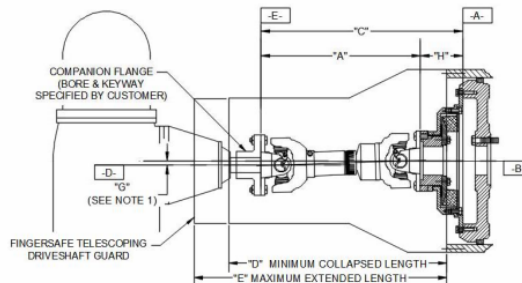
Specifications and information contained in this brochure subject to change without notice.

DATUMS

- A- MOUNTING FACE OF FLYWHEEL
- B- ENGINE CRANKSHAFT CENTERLINE
- D- PUMP OR RIGHT ANGLE GEAR SHAFT HORIZONTAL CENTERLINE
- E- END OF PUMP OR RIGHT ANGLE GEAR SHAFT

NOTES:

1. CAUTION:
THE DRIVESHAFT IS DESIGNED TO OPERATE AT A 2° ANGLE WITH THE INPUT AND OUTPUT SHAFTS IN PARALLEL OFFSET OF "G" ± "K" VERTICALLY ABOVE THE PUMP SHAFT AND 0.00" ± "K" PARALLEL OFFSET HORIZONTALLY RIGHT OR LEFT OF THE PUMP SHAFT. REFER TO THE CERTIFIED DRIVESHAFT INSTRUCTIONS MANUAL FOR ALIGNMENT INSTRUCTIONS.
2. FOR DRIVESHAFT INFORMATION SEE DRAWING D615
3. FOR COMPANION FLANGES SEE DRAWING D621
4. FOR GUARDING SEE DRAWING D624
5. ALL DIMENSIONS ARE MM (INCH)

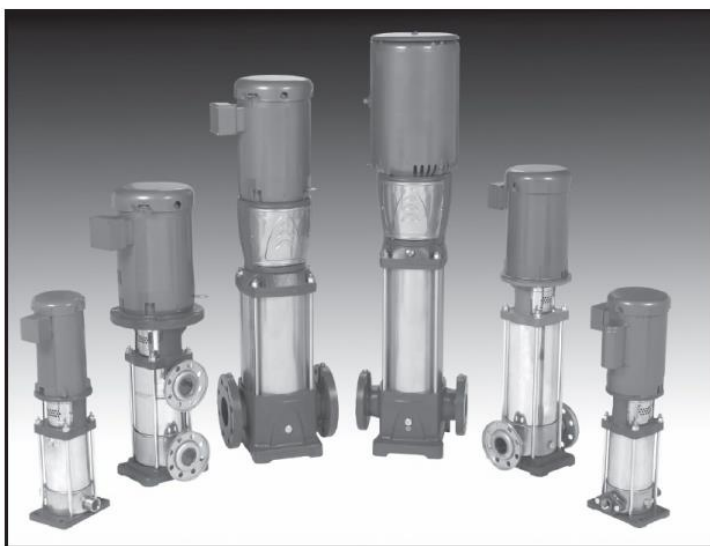


DESCRIPTION											
Torsional Coupling	Mating Driveshaft	SAE Flywheel Size	SAE Flywheel Housing Size	"C" Combined Set Length (Mean)	"H" Length of Torsional Coupling	Vertical Parallel Offset of Shafts		Coupling Weight kg [lb]	Torsional Coupling Dimensional Drawing	Guard	
						"G"	Tolerance "K"			"D" (min)	"E" (max)
TC15-11.5-41-FS	CDS10-SC	11.5	3	326 [12.83]	72 [2.83]	6.3 [0.25]	± 2.3 [0.09]	11.8 [26]	C136678	REFER TO D624	
TC15-11.5-55-FS	CDS20-SC	11.5	3	357 [14.06]	90 [3.56]	6.3 [0.25]	± 2.0 [0.08]	13.6 [30]	C136679		
TC25-11.5-41-FS	CDS10-SC	11.5	3	339 [13.35]	85 [3.35]	6.3 [0.25]	± 2.3 [0.09]	17.2 [38]	C133132		
TC25-11.5-55-FS	CDS20-SC	11.5	3	371 [14.61]	104 [4.09]	6.3 [0.25]	± 2.0 [0.08]	18.5 [41]	C133133		
TC25-11.5-55-FS	CDS20-S1	11.5	3	491 [19.33]	104 [4.09]	8.8 [0.35]	± 3.5 [0.14]	18.5 [41]	C133133		
TC25-11.5-61-FS	CDS30-S1	11.5	3	493 [19.33]	106 [4.15]	8.8 [0.35]	± 2.5 [0.10]	19.8 [43.5]	C133134		
TC35-11.5-61-FS	CDS30-S1	11.5	3	496 [19.53]	109 [4.27]	8.8 [0.35]	± 2.5 [0.10]	20.1 [44]	C133135		
TC35-11.5-81-FS	CDS50-SC	11.5	3	610 [24.00]	108 [4.23]	11.5 [0.45]	± 2.8 [0.11]	21 [46]	C133136		
TC45-11.5-81-FS	CDS50-SC	11.5	3	622 [24.49]	120 [4.71]	11.5 [0.45]	± 2.8 [0.11]	26.8 [59]	C133137		
TC45-14-81-FS	CDS50-SC	14.0	1	622 [24.49]	120 [4.71]	11.5 [0.45]	± 2.8 [0.11]	33 [73]	C134096		
TC50-11.5-81-FS	CDS50-SC	11.5	3	673 [26.49]	171 [6.71]	11.5 [0.45]	± 2.8 [0.11]	42.7 [94]	C133138		
TC50-14-81-FS	CDS50-SC	14.0	1	636 [25.04]	134 [5.29]	11.5 [0.45]	± 2.8 [0.11]	43 [95]	C134097		
TC55-14-180-10-FS	SC2160A	14.0	1	632 [24.87]	130 [5.12]	11.5 [0.45]	± 3.8 [0.15]	55 [121]	C134306		
TC60-14-180-10-FS	SC2160A	14.0	1	637 [25.06]	135 [5.31]	11.5 [0.45]	± 3.8 [0.15]	67.5 [148.5]	C133680		
TC60-14-180-10-FS	SC2390	14.0	1	821 [32.31]	135 [5.31]	16.5 [0.65]	± 6.3 [0.25]	67.5 [148.5]	C133680		

SHORT COUPLED DRIVESHAFT MODELS									TORSIONAL COUPLING MODELS			
MODEL	CDS10-SC	CDS20-SC	CDS20-S1	CDS30-S1	CDS50-SC	SC81A	SC2160A	SC2390	Elastomer			
Part Number	C083765	C083766	C083767	C083768	C083770	C08628	C083771	C084898	SERIES	EN	VN	NN
Useable Length "A" mm [in]	241-259 [9.5-10.2]	249-272 [9.8-10.7]	358-399 [14.1-15.7]	358-399 [14.1-15.7]	480-556 [18.9-21.9]	480-556 [18.9-21.9]	476-520 [18.75-20.5]	640-749 [25.2-29.5]	TC15-11.5-41-FS	C085899	C085900	C085901
Companion Flange	CF10	CF20	CF20	CF30	CF50	CF50	180-10	180-10	TC15-11.5-55-FS	C085981	C085982	C085983
									TC25-11.5-41-FS	C084730	C084731	C084732
									TC25-11.5-55-FS	C084733	C084734	C084735
									TC25-11.5-61-FS	C084736	C084737	C084738
									TC35-11.5-61-FS	C084739	C084740	C084741
									TC35-11.5-81-FS	C084743	C084744	C084745
									TC45-11.5-81-FS	C084746	C084747	C084748
									TC45-14-81-FS	C084950	C084951	C084952
									TC50-11.5-81-FS	C084749	C084750	C084751
									TC50-14-81-FS	C084953	C084954	C084955
									TC55-14-180-10-FS	C084970	C084971	C084972
									TC60-14-180-10-FS	C084934	C084935	C084936

Table A

Table B



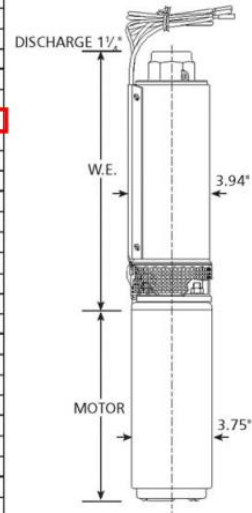
A-C Fire Pump

Bomba de respaldo

AC FIRE PUMP
a xylem brand

Enduro Water End Lengths and Weights

Order Number	Required HP	Stages	Length (in.)	Weight (lbs.)
6S17	½	17	22.1	13
6S21	¾	21	26.7	14
6S25	1	25	30.3	17
6S32	1½	32	36.6	20
8S12	½	12	17.2	11
8S16	¾	16	20.8	12
8S21	1	21	26.0	14
8S25	1½	25	29.6	17
8S30	2	30	34.0	21
8S43	3	43	46.4	34
12S8	½	8	13.8	9
12S9	½	9	14.7	10
12S12	¾	12	17.5	11
12S14	1	14	19.3	12
12S18	1½	18	23.7	13
12S23	2	23	28.3	17
12S32	3	32	36.6	22
20S5	½	5	11.0	8
20S6	¾	6	12.0	8
20S8	1	8	13.8	8
20S11	1½	11	16.6	9
20S14	2	14	19.3	13
20S19	3	19	24.6	15
20S30	5	30	34.7	25
25S7	1	7	14.2	8
25S10	1½	10	17.6	9
25S12	2	12	19.8	10
25S17	3	17	26.0	15
25S28	5	28	38.3	23



CENTRIPRO 4" SINGLE-PHASE MOTORS

Red Jacket No.	Type	HP	Volts	Length (in)	Weight (lb)
50C201	2-wire PSC	.5	115	11.0	19.2
50C211		.5	230	11.0	19.2
75C211		.75	230	12.4	22.7
100C211		1	230	13.3	24.5
150C211	3-wire	1.5	230	14.9	28.9
50C301		.5	115	10.0	18.9
50C311		.5	230	9.7	18.1
75C311		.75	230	10.8	21.4
100C311		1	230	11.7	23.1
150C311		1.5	230	13.6	27.4

FRANKLIN ELECTRIC 4" SINGLE-PHASE MOTORS

Red Jacket No.	Type	HP	Volts	Length (in)	Weight (lb)
50F201	2-wire Split-Phase	.5	115	9.5	18
50F211		.5	230	9.5	18
75F211		.75	230	10.7	21
100F211		1	230	11.8	24
150F211	3-wire	1.5	230	15.1	31
50F301		.5	115	9.5	19
50F311		.5	230	9.5	19
75F311		.75	230	10.7	21
100F311		1	230	11.8	24
150F311		1.5	230	13.6	28
200F311		2	230	15.1	33
300F311		3	230	19.1	41
300F311HT		3	230	22.2	55
500F311		5	230	28.2	70

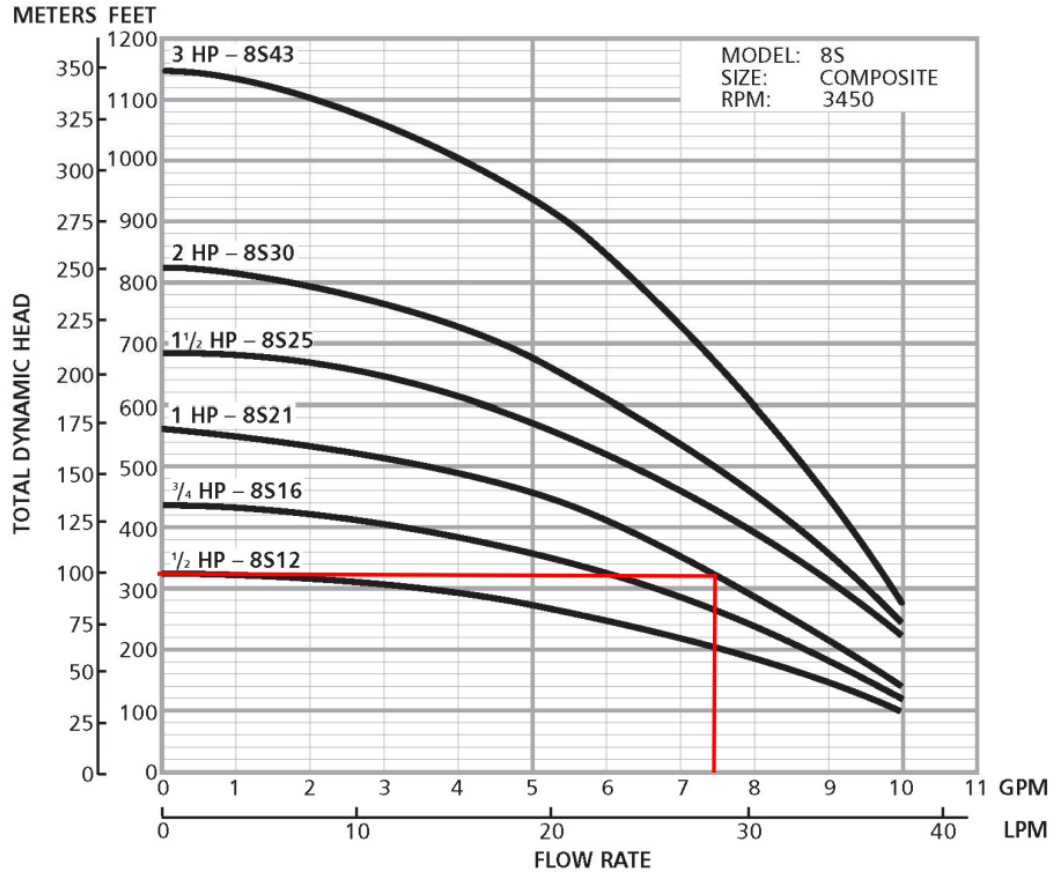
FRANKLIN ELECTRIC 4" THREE-PHASE MOTORS

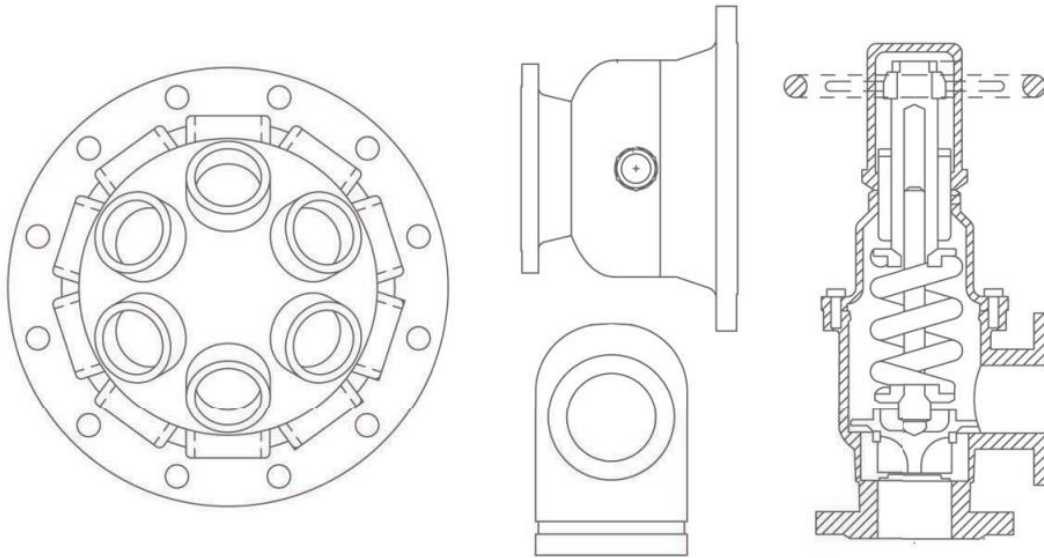
Red Jacket No.	HP	Volts	Length (in)	Weight (lb)
50F323	.5	200	9.5	18
50F313		230		
50F353		460		
75F323	.75	200	10.7	21
75F313		230		
75F353		460		
100F323	1	200	11.8	24
100F313		230		
100F353		460		
150F323	1.5	200	11.8	24
150F313		230		
150F353		460		
150F363		575		
200F323	2	200	13.6	28
200F313		230		
200F353		460		
200F363	3	575	16.1	35
300F323		200		
300F313		230		
300F353	3 High Thrust	460	19.2	42
300F363		575		
300F323HT		200		
300F313HT	5	230	22.2	55
300F353HT		460		
300F363HT		575		
500F323	5	200	22.2	55
500F313		230		
500F353		460		
500F363		575		

NEMA MOTOR

- Corrosion resistant stainless steel construction.
- Built-in surge arrestor is provided on single phase motors through 5 HP.
- Stainless steel splined shaft.
- Hermetically sealed windings.
- Replaceable motor lead assembly.
- UL 778 recognized.
- NEMA mounting dimensions.
- Control box is required with 3 wire single phase units.
- Three phase units require a magnetic starter with three leg protection. Magnetic starter and heaters must be ordered separately.

8S SUBMERSIBLE PUMP SERIES
BEST EFFICIENCY AT 7 GPM





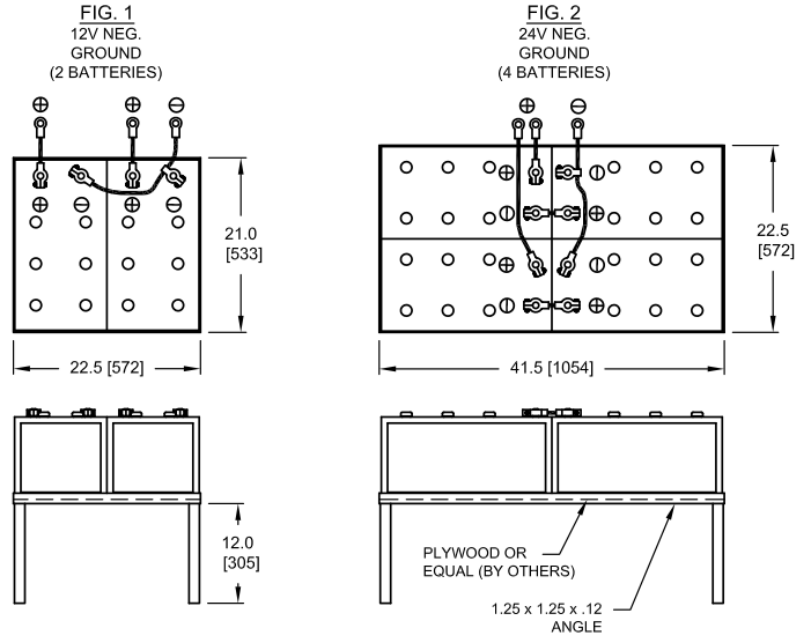
A-C Fire Pump

Fitting and Accessories

A-C 100

AC FIRE PUMP
a xylem brand

BATTERIES, RACK, & CABLES



BATTERY SPECIFICATIONS								
BATTERY TYPE	COLD CRANKING AMPS @ 0 F	QUARTS OF ELECTROLYTE TO FILL	DIMENSIONS IN INCHES [MM]			WEIGHT IN LBS.		PART NUMBER
			LENGTH	WIDTH	HEIGHT	DRY	WET	
8D	1400	18.0	20.8 [528]	11.1 [282]	9.8 [249]	80	130	AC2416

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE INCHES [mm].
2. FOR NICKEL CADMIUM BATTERIES, CONSULT FACTORY.
3. BATTERIES ARE SUPPLIED DRY PER NFPA 20. ELECTROLYTE SUPPLIED BY OTHERS.
4. CABLES ARE 2/0 AWG STARTER WIRE CABLE WITH 6' EXTENSION FROM BATTERY TERMINAL TO ENGINE CONNECTION.
5. BATTERIES SHOULD BE INSTALLED USING 1/2" PLYWOOD OR EQUAL (BY OTHERS), BETWEEN THE BATTERIES AND RACK FOR BATTERY SUPPORT.

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED

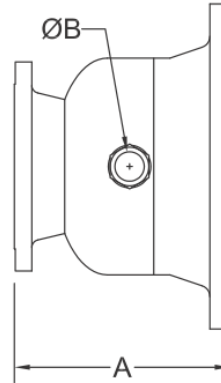
CERTIFIED FOR:

CUSTOMER ORDER NO.: TAG NO.

SHOP ORDER: CERTIFIED BY: DATE:

CLOSED WASTE CONE

INLET CONNECTION 150# R.F. ANSI B16.5
OUTLET CONNECTION 150# R.F. ANSI B16.5
BODY MATERIAL FABRICATED STEEL
MAX W.P. 175 PSI



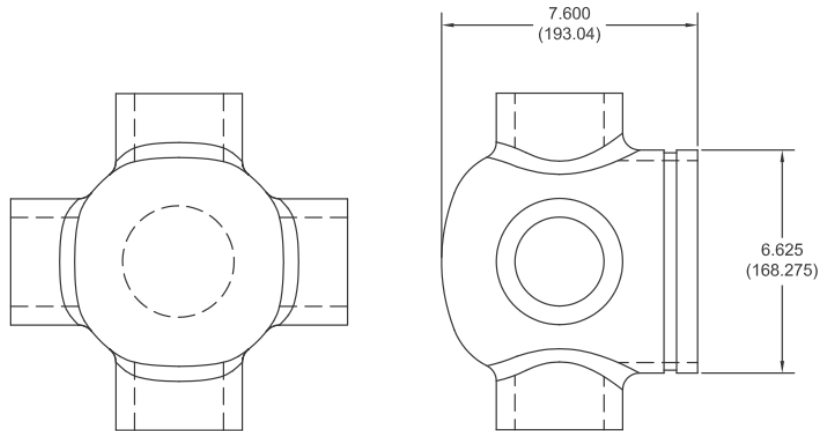
SIZE	A	B	WT
2 x 2-1/2	8.00 (203.2)	1.00 (25.4)	18
2-1/2 x 3-1/2	7.50 (190.5)	1.00 (25.4)	27
3 x 5	8.50 (215.9)	2.00 (50.8)	37
4 x 6	9.03 (229.362)	2.00 (50.8)	48
4 x 8	10.25 (260.35)	2.00 (50.8)	68
6 x 8	10.25 (260.35)	2.00 (50.8)	77
6 x 10	11.50 (292.1)	2.00 (50.8)	98
8 x 12	13.00 (330.2)	2.00 (50.8)	151
8 x 14	14.00 (355.6)	2.00 (50.8)	197

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED		
CERTIFIED FOR:		
CUSTOMER ORDER NO.:	TAG NO.	
SHOP ORDER:	CERTIFIED BY:	DATE:

DIMENSIONS IN INCHES (mm)

HOSE HEADER

SIZE	6"
CONNECTION	GROOVED
VALVE CONNECTIONS	(4) 2-1/2" NPT (3)
MAX NFPA FLOW	1000 GPM
BODY MATERIAL	CAST STEEL
	ASTM A216 GR. WCB
MAX W.P.	300 PSI
WEIGHT	25 LBS

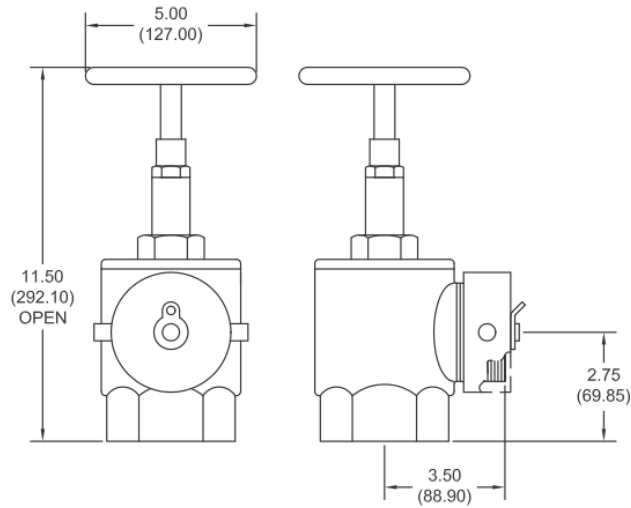


NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED		
CERTIFIED FOR:		
CUSTOMER ORDER NO.:	TAG NO.	
SHOP ORDER:	CERTIFIED BY:	DATE:

DIMENSIONS IN INCHES (mm)

HOSE VALVE CAP & CHAIN

INLET	2-1/2" NPT
HOSE THREAD	2-1/2" NST (STD)
	OTHER _____
BODY MATERIAL	CAST BRASS
MAX W.P.	300 PSI
WEIGHT	20 LBS



NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED		
CERTIFIED FOR:		
CUSTOMER ORDER NO.:	TAG NO.	
SHOP ORDER:	CERTIFIED BY:	DATE:

DIMENSIONS IN INCHES (mm)

MAIN RELIEF VALVE

PILOT CONTROLLED

Sizes Angle 2" - 8" flanged

End Details 150 and 300 ANSI B16.42

Pressure Ratings class - 175 psi Max.

class - 300 psi Max

Water, to 180°F Max.

Materials *Main Valve Body & Cover*

Ductile Iron ASTM A-536

Naval Bronze ASTM B61

Other Material Available

Standard Main Valve Trim:

Bronze Seat, Teflon Coated

Stainless Steel Stem, Delrin Sleeved

Standard Pilot Control System:

Cast Bronze with

Stainless Steel trim

Adjustment Range Available in the following relief

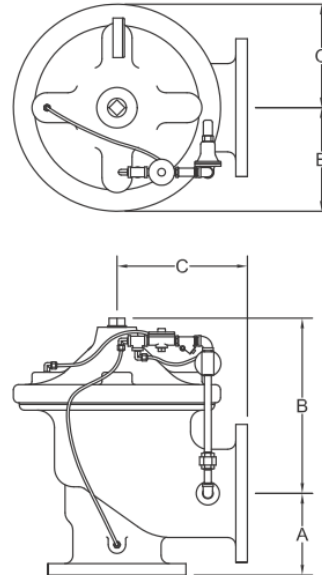
pressure ranges:

20-200 psi (150 Class)

100-300 psi (300 Class)

UL Listed / FM Approved (Sizes 3" - 8")

	2"	2-1/2"	3	4	6	8
WEIGHT (lbs)	50	50	80	130	210	270



		VALVE SIZE (INCHES)					
		2	2 1/2	3	4	6	8
THREADED	A	3.250 (82.55)	4.000 (101.6)				
150# FLANGED		3.250 (82.55)	4.000 (101.6)	4.000 (101.6)	5.000 (127)	6.000 (152.4)	8.000 (203.2)
300# FLANGED		3.500 (88.9)	4.310 (109.474)	4.380 (111.252)	5.310 (134.874)	6.500 (165.1)	8.500 (215.9)
	B	12.000 (304.8)	12.250 (311.15)	12.500 (317.5)	13.000 (330.2)	14.310 (363.474)	16.310 (414.274)
THREADED	C	4.750 (120.65)	5.500 (139.7)				
150# FLANGED		4.750 (120.65)	5.500 (139.7)	6.000 (152.4)	7.500 (190.5)	10.000 (254)	12.750 (323.85)
300# FLANGED		5.000 (127)	5.880 (149.352)	6.380 (162.052)	7.880 (200.152)	10.500 (266.7)	13.250 (336.55)
	E	6.000 (152.4)	6.690 (169.926)	7.750 (196.85)	7.880 (200.152)	8.500 (215.9)	9.750 (247.65)
	G	3.310 (84.074)	4.000 (101.6)	4.560 (115.824)	5.750 (146.05)	7.880 (200.152)	10.000 (254)

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED

CERTIFIED FOR:

CUSTOMER ORDER NO.: TAG NO.

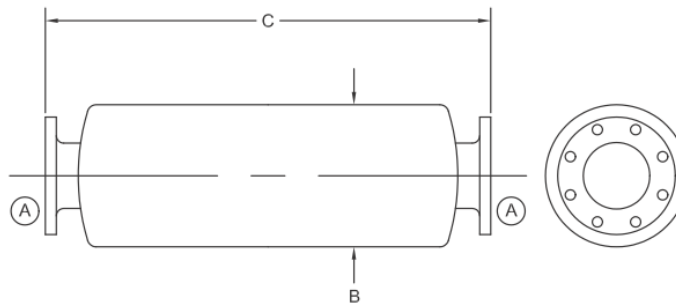
SHOP ORDER: CERTIFIED BY: DATE:

DIMENSIONS IN INCHES (mm)

Supersedes all previous issues

MUFFLER – CLARKE

MATERIAL ALUMINIZED/CARBON STEEL
TYPE END IN, END OUT
APPROX. ATTENUATION **INDUSTRIAL: 12-18 dB**
RESIDENTIAL: 18-25 Db



TYPE	MODEL	A	B	C	WT (lb)
INDUSTRIAL	JIE04-300064	4.0	10.00 (254)	32.00 (812.8)	31
	JIE05-300065	5.0	12.00 (304.8)	44.00 (1117.6)	45
	JIE06-300066	6.0			50
	JIE07-300068	8.0	18.00 (457.2)	56.00 (1422.4)	120
RESIDENTIAL	JRE25-500072	2.5*	8.00 (203.2)	30.00 (762)	24
	JRE03-500073	3.0*		31.00 (787.4)	26
	JRE04-500074	4.0	10.00 (254)	44.00 (1117.6)	44
	JRE05-500075	5.0	12.00 (304.8)	56.00 (1422.4)	75
	JRE06-500076	6.0			
	JRE08-500078	8.0	18.00 (457.2)	68.00 (1727.2)	155

*2.5" and 3.0" supplied with NPT Threaded Connections.

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED		
CERTIFIED FOR:		
CUSTOMER ORDER NO.:	TAG NO.	
SHOP ORDER:	CERTIFIED BY:	DATE:

SINGLE WALL FUEL TANK

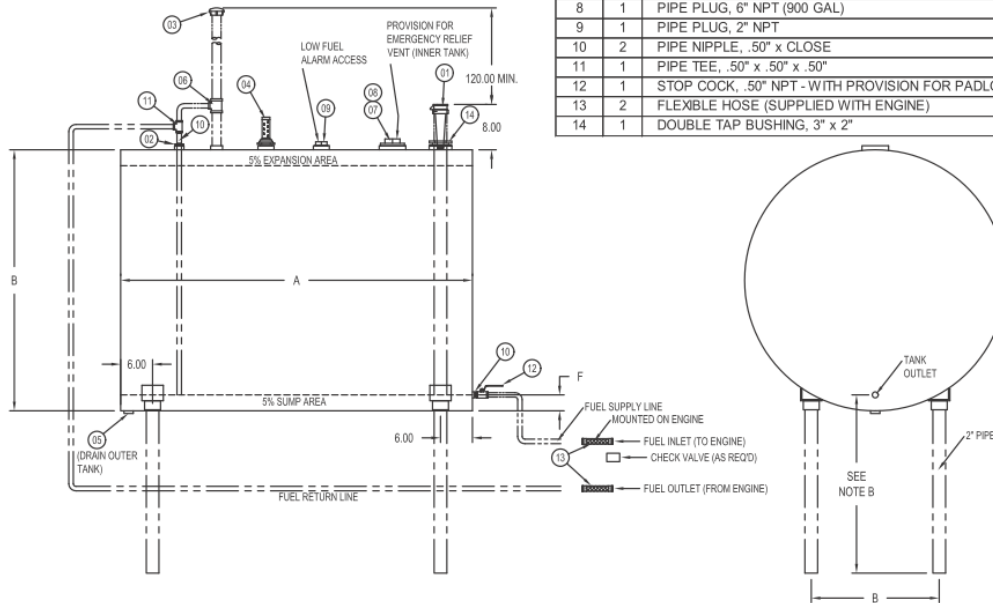
CAPACITY	150, 300, 500, 700, & 900 GAL		
TYPE	SINGE WALL, ABOVEGROUND, HORIZONTAL		
MATERIAL	MILD CARBON STEEL		
TEST	5 PSI		
MIN GAUGE ATM	HEADS:	10 GA	
	SHELL:	10 GA	
PAINT	INTERIOR:	NONE	EXTERIOR: PRIMED
CONSTRUCTION	FLAT FLANGED HEADS LAP, WELD ALL EXTERIOR SEAMS ONLY		
APPROVAL	UL 142		

NOTES

- (A) ITEMS DISPLAYED IN PHANTOM LINES FURNISHED BY OTHERS TO CONFORM TO INDIVIDUAL JOB REQUIREMENTS
(B) INSTALL TANK IN ACCORDANCE WITH REQUIREMENTS OF LOCAL AUTHORITIES. ARRANGE TANK AS CLOSE TO ENGINE AS POSSIBLE AND LOCATE TANK OUTLET ABOVE FUEL PUMP CENTERLINE
(C) PITCH TANK TOWARD DRAIN .25" PER FOOT
(D) FOR PROPER FUEL SUPPLY AND RETURN SIZE SEE ENGINE MANUFACTURER'S RECOMMENDATION

TANK SIZE (GAL)	A	B	C	F	WT
150	30.00 (762)	38.00 (965.2)	24.00 (609.6)	3.00 (76.2)	200
300	48.00 (1219.2)	42.00 (1066.8)	28.00 (711.2)		275
500	65.00 (1651)				300
700	90.00 (2286)	48.00 (1219.2)	30.00 (762)	4.50 (114.3)	500
900	113.00 (2870.2)				675

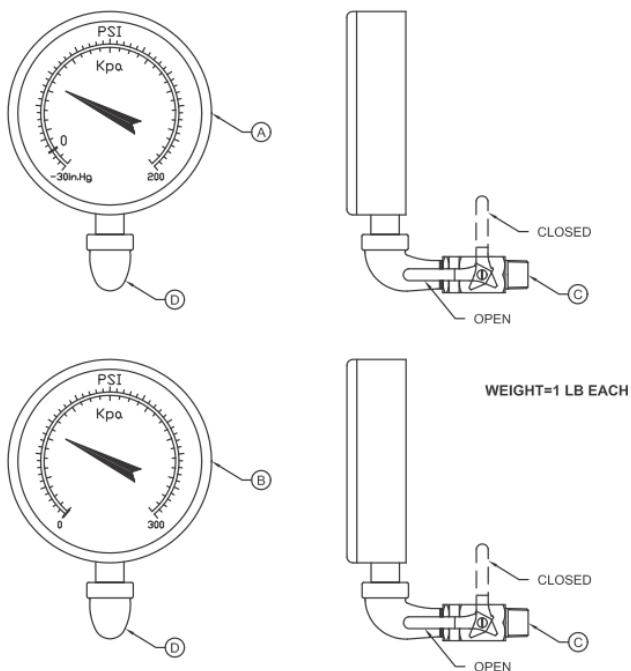
ITEM	QTY	DESCRIPTION
1	1	2" FILL CAP - WITH PROVISIONS FOR PADLOCK, COMBINED WITH REMOVABLE STRAINER (MAX .06 MESH)
2	1	DOUBLE TAB BUSHINGS, 1" X .50"
3	1	VENT CAP, 2.0" NPT
4	1	DIRECT READING TANK GAUGE, 2" NPT
5	1	PIPE PLUG, 1" NPT
6	1	PIPE TEE, 2.0" x 2.0" x 0.50"
7	1	PIPE PLUG, 4" NPT (150 - 700 GAL)
8	1	PIPE PLUG, 6" NPT (900 GAL)
9	1	PIPE PLUG, 2" NPT
10	2	PIPE NIPPLE, .50" x CLOSE
11	1	PIPE TEE, .50" x .50" x .50"
12	1	STOP COCK, .50" NPT - WITH PROVISION FOR PADLOCK
13	2	FLEXIBLE HOSE (SUPPLIED WITH ENGINE)
14	1	DOUBLE TAP BUSHING, 3" x 2"



NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED	
CERTIFIED FOR:	
CUSTOMER ORDER NO.:	TAG NO.
SHOP ORDER:	CERTIFIED BY: DATE:

DIMENSIONS IN INCHES (mm) s

SUCTION AND DISCHARGE GAUGE ASSEMBLY



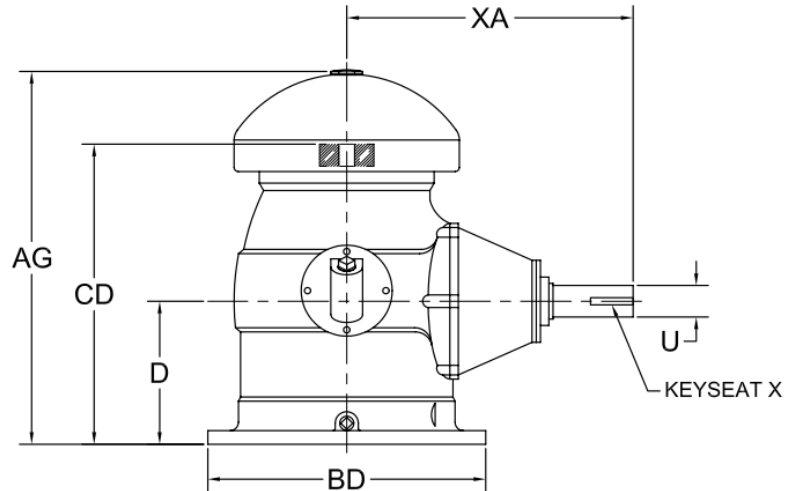
ITEM	DESCRIPTION
A	SUCTION PRESSURE GAUGE, 3.5 DIAL, 3-2-3% ACCURACY, RANGE - 30-0-200
B	DISCHARGE PRESSURE GAUGE, 3.5 DIAL, 3-2-3% ACCURACY, RANGE 0-300 PSI
C	1/4" NPT TWO WAY BALL VALVE
D	1/4" NPT STREET ELBOW

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED		
CERTIFIED FOR:		
CUSTOMER ORDER NO.:	TAG NO.	
SHOP ORDER:	CERTIFIED BY:	DATE:

DIMENSIONS IN INCHES (mm)

August, 2007

Supersedes all previous issues

RIGHT ANGLE GEAR DRIVE

MODEL	AG	CD	BD	D	XA	U	KEYSEAT X
M40	22.25	17.62	16.50	8.5	17.00	1.88	.38 x .19
M60	22.25	17.62	16.50	8.5	17.00	1.88	.38 x .19
M80	22.25	17.62	16.50	8.5	17.00	1.88	.38 x .19
M100	22.25	17.62	16.50	8.5	17.00	1.88	.38 x .19
M150	26.69	22.62	16.50	11.44	18.00	2.25	.62 x .31
M200	29.94	24.88	16.50	11.44	18.00	2.44	.62 x .31
G250	34.00	29.19	20.00	13.75	21.75	2.94	.75 x .38
G300	34.00	29.19	20.00	13.75	21.75	2.94	.75 x .38
G350	36.00	31.56	20.00	13.75	21.75	2.94	.75 x .38
G400	36.00	31.56	20.00	13.75	21.75	2.94	.75 x .38
G450	37.00	32.75	20.00	13.75	21.75	2.94	.75 x .38
F500	45.44	40.81	24.50	18.75	28.00	3.75	.88 x .44
F590	45.44	40.81	24.50	18.75	28.00	3.75	.88 x .44
F750	45.44	40.81	24.50	18.75	28.00	3.75	.88 x .44

NOTE: MODELS M40 THROUGH M80 AND G40 THROUGH G200A WITH FAN COOLING ONLY, REQUIRE NO OTHER MEANS OF COOLING. THE MODELS M100, M200 AND G250 THOROUGH F1500 HAVE COILS INCLUDED AND MUST BE CONNECTED FOR ANY EXTENDED USE OR HIGH AMBIENT CONDITIONS. OIL TEMPERATURES OF 200°F (93°C) ARE NOT DANGEROUS. BEST TEMPERATURE WOULD RANGE BETWEEN 135°F (57°C) AND 180°F (82°C).

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED

CERTIFIED FOR:

CUSTOMER ORDER NO.: TAG NO.

SHOP ORDER: CERTIFIED BY: DATE:



A-C Fire Pump Controles



Motor diésel

Controladores de bombas contra incendios



Descripción del producto

Los Controladores de bomba contra incendios DIESEL Plus de Eaton están diseñados para controlar y supervisar los motores de bomba contra incendios diésel de 12 o 24 voltios y se encuentran entre los controladores disponibles de motor diésel técnicamente más avanzados.

Son una versión mejorada de la Serie FD100 basada en el microprocesador original de los controladores de motor diésel. La programación es directa debido al uso del firmware principal y la estructura del menú utilizada en la Serie LMR Plus de controladores eléctricos.

El controlador se puede pedir con la opción para mostrar y transmitir valores y estados de corriente, a pedido, desde varios protocolos de software.

Desde el puerto de comunicación opcional Ethernet se puede acceder a una página Web integrada para recuperar los reportes de diagnóstico e historial. El puerto serial RS485 opcional se puede utilizar para conexión directa a una computadora para transferencia de datos.

Características del producto

Comunicación

Página Web integrada

Las páginas Web integradas permiten al usuario ver el estado actual del controlador así como todas las lecturas de amperaje, puntos de ajuste, diagnósticos, estadísticas, configuración e historial. Para acceder a las páginas se usa una computadora externa conectada por medio del puerto opcional Ethernet. Los datos específicos requeridos se pueden descargar para propósitos de referencia.

Tipos de comunicación

USB

El puerto USB se utiliza para descargar el historial de mensajes, estadísticas, diagnósticos, estado y datos de configuración del controlador en una unidad de disco USB. El puerto USB también se puede utilizar para cargar mensajes personalizados, idiomas adicionales y actualizar el firmware del microprocesador.

Ethernet

Se puede conectar una computadora externa al controlador Diesel Plus por medio del puerto Ethernet opcional. Una página Web integrada muestra el estado actual del controlador, así como todas las lecturas actuales, puntos de ajuste e historial.

Modbus

Los controladores de bomba contra incendios Diesel Plus tienen la opción de comunicarse con los sistemas utilizando el nivel Regular de Modbus (incluye los modos de transmisión RTU y ASCII). Los ajustes de comunicación los puede configurar el usuario a través del menú de configuración de Diesel Plus.

Conexiones de campo

Entradas estándar

- Remote Start (Arranque remoto)
- Fuel Spill (Derrame de combustible)
- Deluge Valve (Válvula de inundación)
- Low Suction (Succión baja)
- Interlock On (Interbloqueo activado)
- Pump Start (Arranque de la bomba)
- Low Fuel (Combustible bajo)
- Entradas programables (9)

Entradas programables

Se pueden programar hasta 9 entradas programables adicionales para indicar hasta 13 tipos de entradas diferentes. Se pueden programar para energizar la salida de alarma común, enlazar a relés y diodos fotoemisores opcionales y asegurar hasta que las restablezca el usuario.

Todas las entradas, salidas y diodos fotoemisores opcionales se pueden enlazar, según sea necesario. También se pueden programar con funciones de retardo de tiempo.

Relés de salida estándar

Todos los relés de salida estándar son de 8 amperios, DPDT.

- Future #1 (Futuro No. 1)
- Future #2 (Futuro No. 1)
- Low Fuel (combustible bajo)
- Modo Auto (automático)
- Common Alarm (Alarma común)

Relés de salida opcionales

Existe la posibilidad de agregar hasta ocho salidas de relé adicionales, por medio de cuatro tableros de salida de relé opcionales que se montan en la configuración a presión. Cada tablero contiene un máximo de 2 relés adicionales.



Relé de funcionamiento del motor

El tablero de E/S de energía aloja un relé de funcionamiento del motor de 10 amperios que se utiliza para propósitos de alarma o para energizar persianas externas.

Relé de alarma común

El controlador FD120 tiene un relé de alarma común que se desenergiza cada vez que hay condiciones de alarma. Este relé se energiza bajo condiciones normales y tiene una indicación de estado de diodo fotoemisor.

Clasificación del relé de alarma

Todos los relés de alarma están clasificados a 8 amperios, 250 VAC, 1/3 HP solamente de carga de resistencia.

Salidas programables

Se pueden programar hasta 10 salidas programables adicionales (dos estándar; ocho por medio de tableros de salida opcionales) para indicar hasta 45 condiciones de salida. Se pueden programar para seguridad contra fallas y asegurar hasta que las restablezca el usuario. Todas las entradas, salidas y diodos fotoemisores opcionales se pueden enlazar, según sea necesario. También se pueden programar con funciones de retardo de tiempo. Igualmente, se pueden programar dos diodos fotoemisores de alarma opcionales hasta para 28 condiciones de alarma.

Alimentación/voltaje

Suministro de voltaje universal
El controlador se puede alimentar con voltajes de suministro de 100 VAC a 240 VAC al conectarse a tres terminales de entrada L, N, G que se encuentran en la parte inferior izquierda del tablero del motor.



Salida doble

La salida de 12 o 24 VDC se puede seleccionar por medio del interruptor DIP que se encuentra en los cargadores de la batería. Nota: Cada controlador está establecido en fábrica para 12 VDC. Si se necesitan 24 VDC de fábrica, se debe indicar en la información del pedido.

Filtro de línea

Un filtro de línea incorporado en el tablero del motor se utiliza para reducir/eliminar los transientes de voltaje externo entrante.

Desconexión de alimentación de AC

Un interruptor que se encuentra dentro del controlador en el Tablero del motor se utiliza para encender y apagar la alimentación de AC a la unidad. Se enciende cuando recibe energía.

Desconexión de la alimentación de DC

El tablero del motor aloja dos interruptores automáticos en tablero que se utilizan para encender o apagar la alimentación de DC de las baterías.

Cada interruptor tiene un diodo fotoemisor montado en el tablero del motor que se enciende cuando el interruptor recibe energía.

Indicación de alarma y estado

Accesibilidad

Puede acceder a todos los diodos fotoemisores de alarma y estado así como la pantalla LCD y los botones de programación desde la parte delantera del controlador.

Pantalla LCD

El tablero de la pantalla del controlador contiene una pantalla LCD de 4 líneas por 40 caracteres de ancho, con iluminación trasera, que tiene la capacidad de generar varios idiomas. La pantalla muestra la presión actual del sistema, hora y fecha, voltaje de salida del cargador y cualquier mensaje personalizado, alarma o valores del temporizador.



Diodos fotoemisores de estado

El controlador se suministra con seis (6) diodos fotoemisores verdes de estado para lo siguiente:

- LOW PRESSURE (PRESIÓN BAJA)
- ENGINE RUN (FUNC DEL MOTOR)
- REMOTE START (ARRANQUE REMOTO)
- INTERLOCK ON (INTERBLOQUEO ACTIVADO)
- DELUGE VALVE (VÁLVULA DE INUNDACIÓN)
- Un diodo fotoemisor programable

Diodo fotoemisor de alarma

El controlador se suministra con veinte (20) diodos fotoemisores rojos de estado para lo siguiente:

- BATTERY # 1 FAILURE (FALLA DE BATERÍA N.º 1)
- CHARGER # 1 FAILURE (FALLA DEL CARGADOR No. 1)
- BATTERY # 2 FAILURE (FALLA DE BATERÍA N.º 1)
- CHARGER # 2 FAILURE (FALLA DEL CARGADOR No. 1)
- LOW PRESSURE (PRESIÓN BAJA)
- SYSTEM OVER PRESSURE (SOBREPRESIÓN DEL SISTEMA)
- LOW SUCTION PRESSURE (BAJA PRESIÓN DE SUCCIÓN)
- LOW FUEL (COMBUSTIBLE BAJO)
- FAIL TO START (FALLA DE ARRANQUE)
- HIGH ENGINE TEMP (TEMP ALTA DEL MOTOR)
- LOW OIL PRESSURE (PRESIÓN ACEITE BAJA)
- ENGINE OVER SPEED (SOBREVELOCIDAD DEL MOTOR)
- ECM SELECTOR IN ALT POSITION (SELECTOR DE ECM EN POSICIÓN ALT)

- FUEL INJECTION MALFUNCTION (MAL FUNCIONAMIENTO EN LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE)
- ECM WARNING (ADVERTENCIA DEL ECM)
- ECM FAILURE (FALLA DEL ECM)
- HIGH RAW WATER TEMP. (TEMP. ALTA DE AGUA NO PROCESADA)
- LOW ENGINE TEMPERATURE (TEMPERATURA BAJA DEL MOTOR)
- FUEL SPILL (DERRAME COMBUSTIBLE)
- One Programmable LED (Un diodo fotoemisor programable)

Estadísticas

Se registran hasta 26 puntos estáticos para proporcionar una revisión rápida de cómo está operando el sistema. Las estadísticas se pueden guardar en una unidad de disco USB o se pueden ver en la página Web integrada.

Diagnósticos

Se pueden registrar hasta cincuenta y tres puntos de diagnóstico que se pueden usar para ayudar a resolver problemas con el controlador. Los diagnósticos se pueden ver en la pantalla principal, se pueden guardar en una unidad de disco USB o se pueden ver en la página Web integrada.

Historial de mensajes

Se pueden almacenar hasta 10k de alarmas/estado en la memoria del controlador. Se pueden ver en la pantalla principal, se pueden guardar en una unidad de disco USB o se pueden ver en la página Web integrada.

Falla de DC

Se proporciona una indicación visual y una alarma audible para indicar una pérdida de alimentación de DC debido a que una o ambas baterías se están desconectando del controlador. Esta indicación también se proporcionará en caso de que el controlador no esté funcionando debido a una falla del tablero electrónico.

Características programables

- Languages (Idiomas)
- (Inglés, francés, español estándar. Hay otros idiomas disponibles. Consulte a la fábrica).
- Date and Time (Fecha y hora)
- Pressure Start and Stop Points (Puntos de arranque y parada de presión)
- Low and High Pressure Alarms (Alarmas de presión baja y alta)
- Stop Mode (Parada)
- Low Suction Shutdown (Desconexión por baja succión)
- Pressure Recording Parameters (Parámetros de registro de presión)
- Run Period Timer (Temporizador del periodo de funcionamiento)
- Weekly Test Timer (Temporizador de prueba semanal)
- Sequential Start Timer (Temporizador de arranque en secuencia)

- AC Failure Alarm (Alarma de falla de AC)
- AC Fail to Start (Falla de arranque de AC)

Cajas

Capacidades

Todos los controladores FD120 vienen estándar con cajas NEMA 2 a menos que se pida algo distinto. Las opciones disponibles incluyen: NEMA 3R, 4, 4X, 12.

Tamaño reducido

Un diseño interno aerodinámico ha permitido que el tamaño total de modelos anteriores de controladores DIESEL Plus se reduzca. Consulte los dibujos de medidas en nuestro sitio Web.

Especificaciones técnicas

- Voltaje de suministro: 100-240Vac
- Voltaje de salida: 12-24Vdc
- Hertz: 50/60 Hz
- Caja: Estándar NEMA 2
- NEMA 3R, 4, 4X, 12 opcional
- Temperatura: 4 a +50 grados C
- 39 a +122 grados F
- Relés de alarma: DPDT 8 amp
- Relé de funcionamiento del motor DPDT 10 amp
- Relés de parada de arranque/combustible: SPDT
- Transductor de presión: 500 psi
- Cumplimiento de inmunidad: Ambiente A
- Cumplimiento de emisión: Ambiente B

Cargadores de la batería

- Modo: Interruptores
- Doble de 10 amperios
- Comunicación a alimentación
- Tablero de E/S
- Registro de diagnósticos
- Ácido de plomo o carga en tres pasos NiCad
- Supervisión de temperatura interna
- Entrada de voltaje universal
- Salida de voltaje doble seleccionable



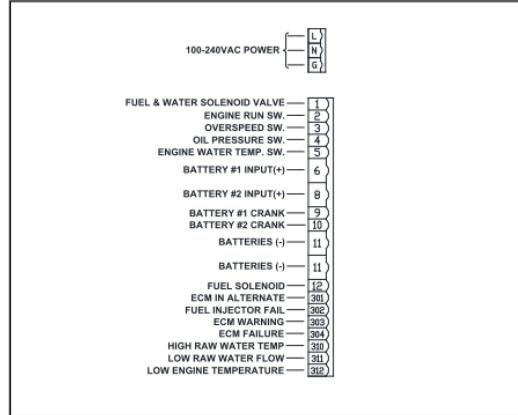
Estándares y certificaciones

Los controladores de bomba contra incendios del motor diésel FD120 cumplen o superan los requisitos de Underwriters Laboratories, Factory Mutual Research (FM), la Asociación Canadiense de Estándares, el código de construcción de la Ciudad de Nueva York, la marca CE y U.B.C./requisitos sísmicos de C.B.C., se construyen de acuerdo con los estándares NFPA 20.

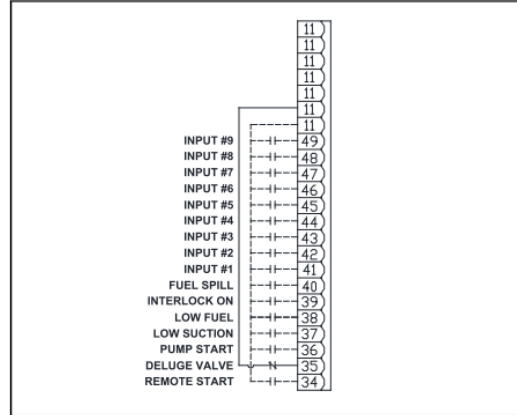


Field Connections

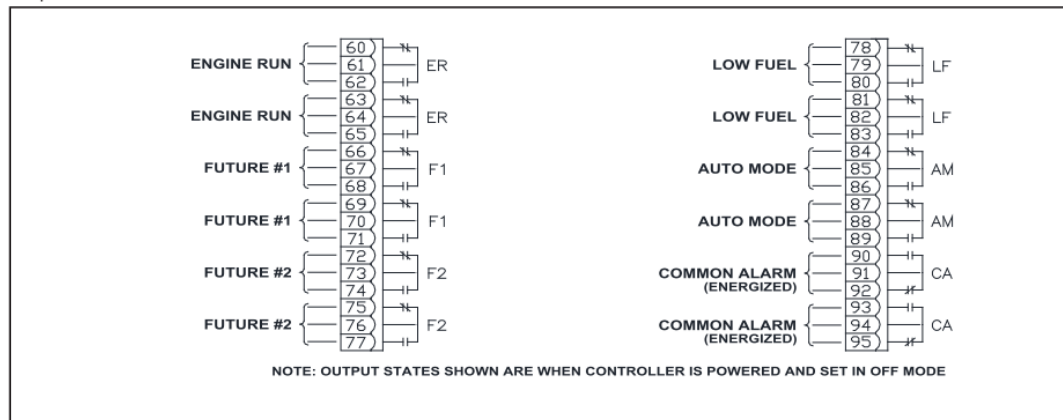
Engine Board Terminal Blocks



Inputs



Outputs

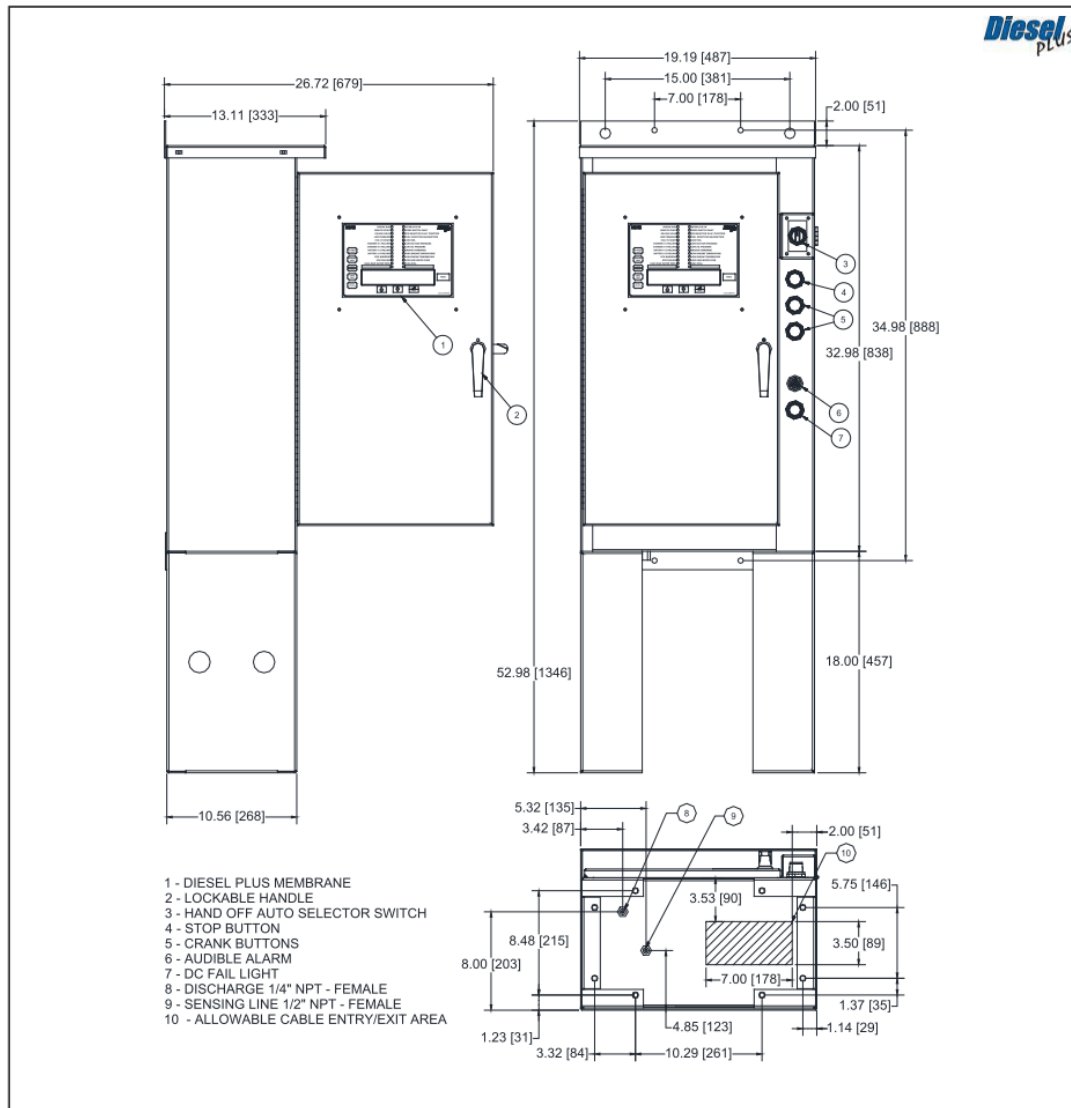


Technical Data and Specifications

Line Terminals (Incoming Cables)

Recommended Wire Size	Terminal Number	Distance
I/O Board Stranded # 14 (1.63mm)	11, 34-39, 60-95	N. A.
Stranded # 14 (1.63mm)	Option Board Terminals	N. A.
Engine Board Stranded # 14 (1.63mm)	1-5, 9, 10, 12, 301, 302, 303, 304, 310, 311, 312 L, N, G	N. A.
Battery Wire Stranded # 10 (2.59mm)	6, 8, 11	0 feet to 25 feet (7.62m)
Stranded # 8 (3.26mm)	6, 8, 11	25 feet to 50 feet (7.62-15.24m)





Approximate Weight

Lbs.	(Kg)
105	(48)

NOTES:

1. All enclosures finished in FirePump red.
2. Cable Entrance bottom only.
3. Standard Enclosure type NEMA 2
4. Enclosure made from #14 Gauge (0.75) HR Steel.
5. Feet are removable.

* NEMA 4, 4X enclosures are supplied:
With 1/4 Turn latches instead of a standard handle.

Controladores de la bomba compensadora

JOCKEY
Touch™

Basado en microprocesador con pantalla táctil a color



Descripción del producto

EN TODA LA LÍNEA

CONTROLADORES DE LA BOMBA COMPENSADORA

Los controladores de la bomba compensadora JOCKEY Touch funcionan en toda la línea. El voltaje completo que se aplica al motor para que arranque es mediante el uso de un motor de arranque individual. La corriente de irrupción de arranque es aproximadamente el 600% de los amperios de carga completa especificados.

Y-DELTA (estrella-Delta)

CONTROLADORES DE LA BOMBA COMPENSADORA

Cuando los motores de la bomba compensadora conectados a seis o 12 conductores delta están conectados en Y (estrella), aproximadamente 58% de la línea de voltaje se aplica a cada bobinado. El motor desarrolla 33% de torque de arranque de voltaje completo y consume 33% de la corriente normal bloqueada por el rotor de la línea. Después de un retardo de tiempo ajustable (durante el cual acelera el motor), se vuelve a conectar para el funcionamiento normal.

Características del producto

Combinación de controladores del motor

Todos los controladores JOCKEY Touch vienen suministrados con combinación de controladores de motor EATON, que combinan el interruptor de circuito y la sobrecarga en un solo dispositivo.


EATON
Powering Business Worldwide

Mecanismo de la manija giratoria sellada

El mecanismo de manija giratoria se puede bloquear en la posición OFF (apagado).

Controles de alimentación XT

Los controladores de la bomba compensadora JOCKEY Touch incorporan controles de alimentación XT de Eaton que están diseñados para el mercado global. Los controles XT cuentan con clasificaciones globales, son pequeños y están disponibles en una amplia variedad de voltajes de funcionamiento. Son fáciles de instalar y dar mantenimiento debido a su diseño modular y enchufable.

Voltaje de suministro universal

Los controladores detectarán automáticamente suministro de voltaje trifásico desde 200 VCA hasta 600 VCA, 50/60 Hz y monofásico desde 110 VCA hasta 240 VCA, 50/60 Hz, sin el uso de un transformador de control.

Cajas NEMA 2

Las cajas tienen un acabado de pintura pulverizada al horno y se suministran con la clasificación NEMA 2, a menos que se solicite otra cosa. Las opciones disponibles incluyen: NEMA 3R, 4, 4X, 12.

Funciones programables

Las entradas, las salidas, los temporizadores y los diodos fotoemisores virtuales son programables por medio de la visualización de la pantalla táctil.

Métodos de arranque

Hay cuatro métodos de arranque del controlador: Auto, Manual, Arranque remoto y Arranque de la bomba.

Diagnósticos/estadísticas

Se pueden supervisar ocho parámetros de diagnóstico y siete de estadísticas.

Valores de referencia de la alarma

Se pueden programar cuatro valores de referencia de la alarma desde el submenú Alarm Setpoints (Valores de referencia de la alarma).

Visualización de pantalla táctil a color

Los controladores de la bomba compensadora JOCKEY se suministran con una pantalla táctil a color basada en microprocesador. La visualización de pantalla táctil le permite al usuario supervisar y programar funciones y valores.

La entrada de presión se proporciona por medio de un sensor de presión de 4-20 mA.



Datos técnicos

EN TODA LA LÍNEA (directo en la línea)

CONTROLADORES DE LA BOMBA COMPENSADORA

Voltaje de línea						
200-208V	220-240V	380-415V	440-480V	550-600V	120 V-monofásico	240 V-monofásico
Caballos de fuerza del motor						
1/3-20 Hp	1/3-20 Hp	1/3-40 Hp	1/3-50 Hp	1/3-50 Hp	1/3-2 Hp	1/3-5 Hp

Y-DELTA (estrella-Delta)

CONTROLADORES DE LA BOMBA COMPENSADORA

Voltaje de línea				
200-208V	220-240V	380-415V	440-480V	550-600V
Caballos de fuerza del motor				
1/3-40 Hp (0.74-29.42 Kw)	1/3-40 Hp (0.74-29.42 Kw)	1/3-50 Hp (0.74-36.78 Kw)	1/3-50 Hp (0.74-36.78 Kw)	1/3-50 Hp (0.74-36.78 Kw)

Estándares y certificaciones

Los Controladores de la bomba compensadora JOCKEY Touch cumplen los requerimientos de la más reciente edición de NFPA 20 así como los requisitos de los estándares europeos de cumplimiento (marca CE). Cumplen o exceden los requisitos de UL 508 [Underwriters Laboratories (UL)] y están aprobados por [Canadian Standards Association (CSA)].



Microprocesador - Visualización de pantalla táctil a color

Voltaje de suministro	
Trifásico – 200 VCA a 600 VCA, 50/60 Hz	
Monofásico – 110 VCA a 240 VCA, 50/60 Hz	
Medición real de RMS de entradas de voltaje trifásico	

Salida de suministro de energía	
Dos salidas de 24 VCC	
1	Encender el sensor de presión
2	Energizar la bobina del contactor

Capacidades	
NEMA 4 / 4X	

Memoria	
Configuración programada guardada en memoria No volátil	

Reserva de batería	
Real Time Clock (Reloj en tiempo real) se mantiene intacto durante fallas de alimentación	

Valores nominales de temperatura ambiente	
0 °C a 55 °C	

Idiomas *	
Inglés	
Francés	
Español	
Portugués	
Turco	

* Otros idiomas disponibles: consulte con la fábrica para obtener detalles

Puerto USB	
Descargar historial de mensajes	
Cargar actualizaciones de firmware	

Entradas programables (2)	
Cada entrada se puede programar para uno de siete funciones diferentes.	
1	Interbloqueo
2	Sobrecarga del motor
3	Falla de arranque
4	Arranque remoto
5	Arranque de la bomba
6	Entrada = Salida
7	Desactivado

Salidas programables (2)	
Cada salida se puede programar para uno de veinte funciones diferentes.	
1	Alimentación encendida
2	Funcionamiento de la bomba
3	Modo Manual
4	Modo Apagado
5	Modo Automático
6	Alarma de baja presión
7	Alarma de presión alta
8	Debajo del punto de arranque
9	Inversión de fase
10	Falla de fase
11	Falla de arranque
12	Bajo voltaje
13	Sobrevoltaje
14	Falla del transductor
15	Sobrecarga del motor
16	Alarma común
17	Temporizador de aceleración
18	Arranque remoto
19	Arranque de la bomba
20	Interbloqueo activado
21	Entrada n.º 1
22	Entrada n.º 2
23	Desactivado

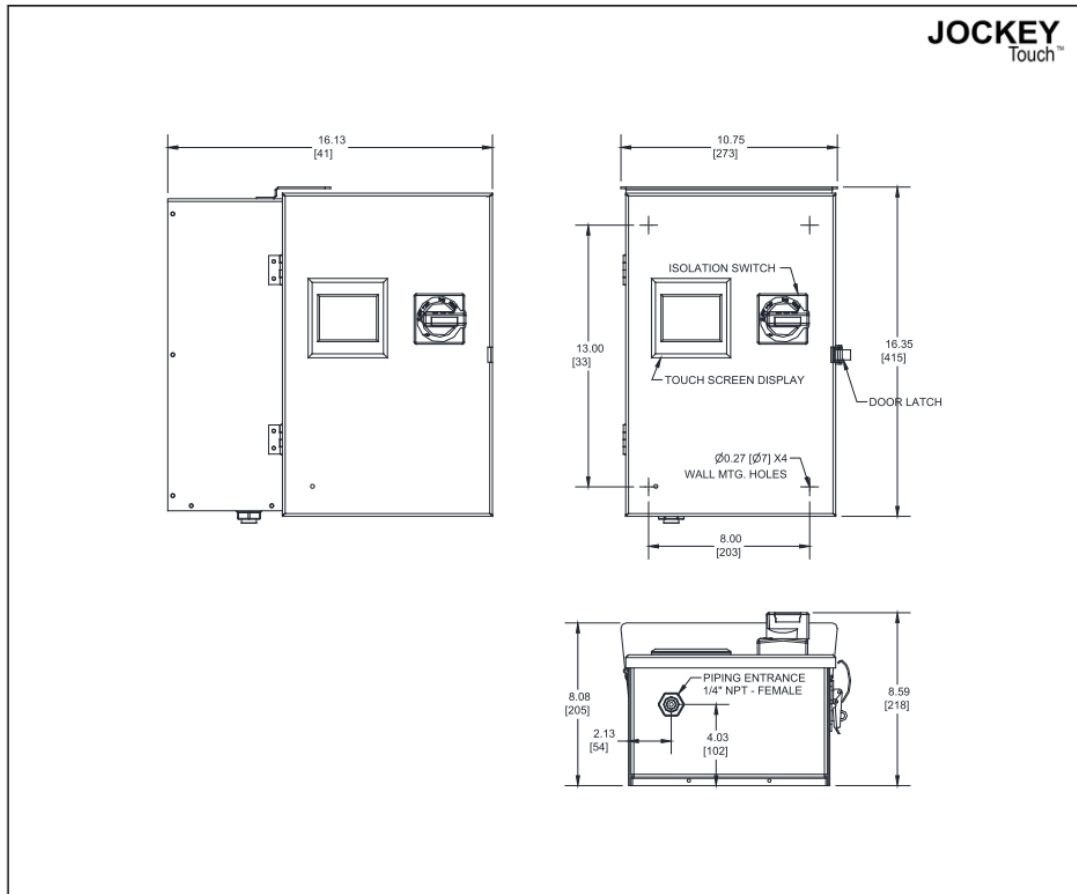
Temporizadores (5)	
Tipos programables	
1	Temporizador de funcionamiento mínimo
2	Temporizador de arranque en secuencia
3	Temporizador de reinicio de funcionamiento de la bomba
4	Temporizador de aceleración
5	Temporizador de falla de arranque

Diodos fotoemisores virtuales (2)	
Funciones programables (22)	
1	Alimentación encendida
2	Funcionamiento de la bomba
3	Modo Manual
4	Modo Apagado
5	Modo Automático
6	Alarma de baja presión
7	Alarma de presión alta
8	Debajo del punto de arranque
9	Inversión de fase
10	Falla de fase
11	Falla de arranque
12	Bajo voltaje
13	Sobrevoltaje
14	Falla del transductor
15	Sobrecarga del motor
16	Common Alarm (Alarma común)
17	Arranque remoto
18	Arranque de la bomba
19	Interbloqueo activado
20	Entrada n.º 1
21	Entrada n.º 2
22	Desactivado

Indicación programable (5)	
1	Rojo
2	Anaranjado
3	Amarillo
4	Verde
5	Azul

Funcionamiento	
Métodos de arranque (4)	
1	Auto
2	Manual
3	Arranque remoto
4	Arranque de la bomba
Puntos de ajuste de alarma (4)	
1	Inversión de fase
2	Falla de fase
3	Alarma de sobrevoltaje
4	Alarma de bajo voltaje
Historial de mensajes (10K)	
Indicación de hora y fecha de mensajes	
Diagnósticos (8)	
1	Versión de firmware
2	Salida del transductor
3	Corriente del transductor 1
4	Corriente del transductor 2
5	Estado de entrada n.º 1
6	Estado de entrada n.º 2
7	Estado de relé n.º 1
8	Estado de relé n.º 2
9	Salida de 24 VCC
Estadísticas (7)	
1	Tiempo total energizado
2	Tiempo total de funcionamiento de la bomba
3	El motor arranca
4	Voltaje mínimo
5	Voltaje máximo
6	Presión mínima
7	Presión máxima

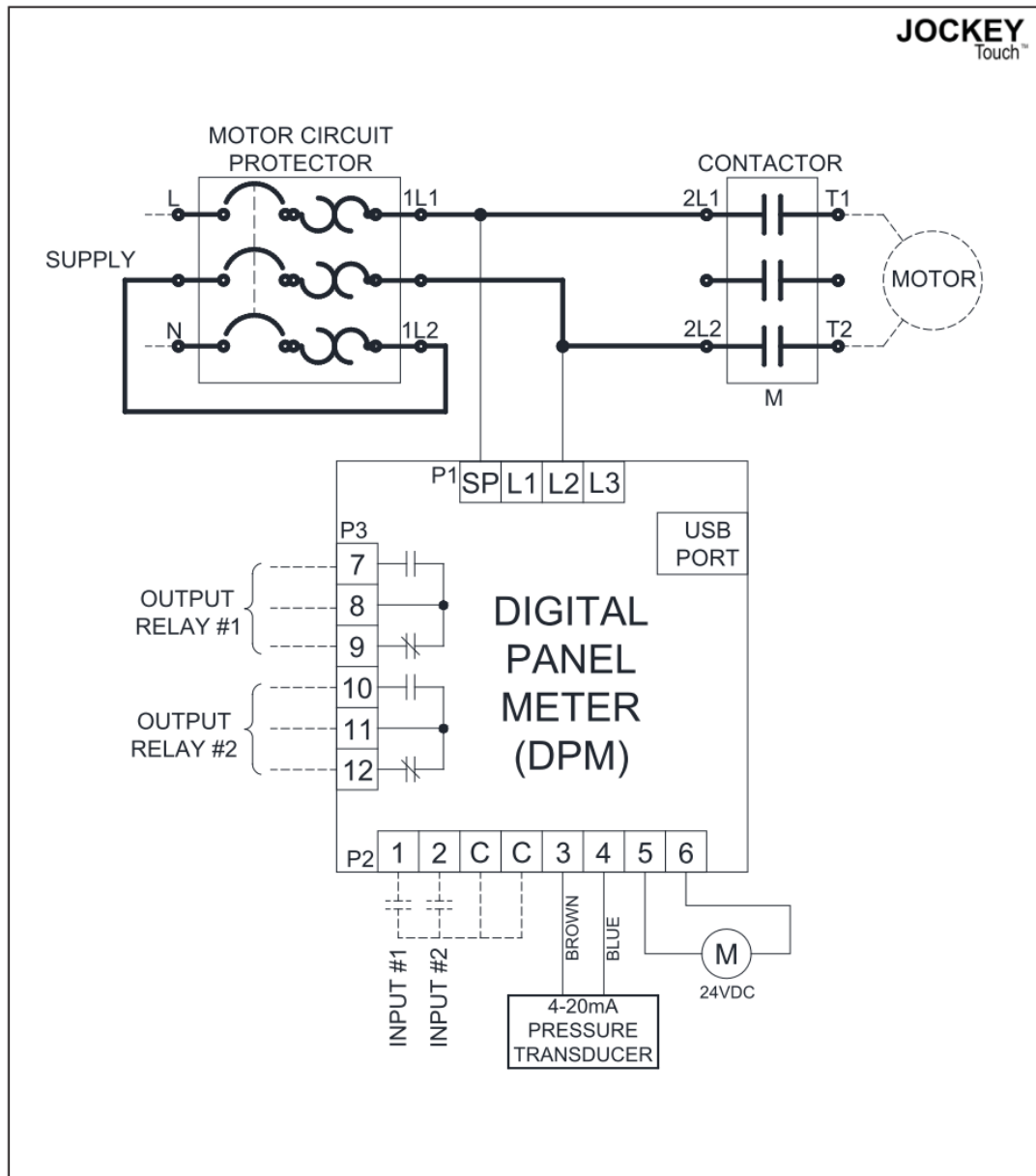




200-208V		220-240V		380-415V		440-480V		550-600V	
Motor Hp	Withstand Rating (kA)	Motor Hp	Withstand Rating (kA)	Motor Hp	Withstand Rating (kA)	Motor Hp	Withstand Rating (kA)	Motor Hp	Withstand Rating (kA)
0.33 - 0.75	50	0.33 - 0.75	50	0.33 - 1.5	50	0.33 - 2	50	0.33 - 7.5	50
1 - 2	65	1 - 3	65	2 - 5	65	3 - 5	65	10 - 30	10 *
3 - 4	42	4 - 5	42	7.5	42	7.5 - 10	42		
5 - 10	18	7.5 - 10	18	10 - 15	18	15 - 20	18		

120V 1ph		208V 1ph		240V 1ph		Approx. Weight
Motor Hp	Withstand Rating (kA)	Motor Hp	Withstand Rating (kA)	Motor Hp	Withstand Rating (kA)	Lbs (Kg)
0.33 - 0.5	65	0.33 - 1	65	0.33	50	18 (8)
0.75 - 1	42	1.5 - 2	42	0.5 - 1.5	65	
1.5 - 2	18	3 - 4	18	2	42	
				3 - 5	18	

NOTES:
1. * Upstream circuit breaker required to maintain kA rating.
2. All enclosures finished in FirePump red.
3. Cable Entrance either top or bottom.
4. Standard Enclosure type NEMA 2





STRONG COSTA RICA, S.A. San Rafael de Alajuela, Costa Rica. Ofibodegas Milano (Local#5) Tel: 2589-5050/ Fax: 2293-0058

Atención: Fernando Vargas

Fecha: 26/Oct/2018

Referencia: Oficinas Centrales Bomberos Costa Rica

OFERTA TECNICA

a) CANTIDAD: 1. Bomba principal de Incendio:

- *Condiciones de diseño:* 750 gpm con una presión de descarga de 130 psi (presión en tazones).
- *Marca:* **AC Fire Pumps.**
- *Tipo:* Turbina Vertical, acoplada a un motor diesel.
- *Modelo:* FP11CHC/5 etapas, 1770 rpm.
- *Potencia requerida:* 85 bhp.
- *Características:*
 - Cabezal de descarga: 6" x 16.5" – 125#.
 - Ensamble de columna: 6" x 1.18" x 10'.
 - Lubricada por agua, cabezal en hierro fundido, empaquetadura estándar, eje superior y de la columna en acero inoxidable 416, impulsores en bronce, la carcasa de los impulsores es libre de escamas, masas, quebraduras y agujeros de arenas.
 - Cumple con los lineamientos que recomienda la NFPA 20.
 - UL listada y FM aprobada.
 - La bomba entrega 150% de la capacidad nominal a una presión no menor de 65% de la presión nominal. La presión de desconexión no excede un 140% de la presión nominal.

b) CANTIDAD: 1. Motor diesel:

- *Marca:* Clarke.
- *Modelo:* JU4H-UF40.
- *Norma de emisiones:* TIER1
- *Potencia disponible en el eje de la bomba:* 96 hp @ 2350 rpm.
- *Seleccionado para operar a:* 3600 p.s.n.m. / 95°F.
- El motor diesel viene instalado en una base de acero, cumple con lineamientos que recomienda la NFPA 20, y es UL listado/ FM aprobado.
- *Accesorios incluidos para el motor:*
 - Intercambiador de calor para el enfriamiento del motor.
 - Precalentador.
 - Juego completo de baterías, tipo Lead Acid para trabajo pesado.
 - Rack de baterías (12V) con cables 00.
 - Cargadores de Baterías (incluidos en el controlador principal).
 - Tanque de combustible, 150 GAL, incluyendo: boya de nivel, boquilla de llenado con filtro, ventila y válvula de corte a la salida del tanque; no se incluyen patas de soporte ni tubería de suministro y retorno.
 - Conector flexible para la Mufla, 4".
 - Silenciador tipo residencial.
 - **Acople de torsión + eje transmisión tipo cardán (UL Listado).**
 - Cobertor de seguridad para el eje de transmisión ANSI/OSHA.



c) CANTIDAD: 1. Panel de Control:

- *Marca:* Cutler Hammer.
- *Modelo:* FD120.
- *Características:*
Gabinete NEMA 2, cumple con la norma NFPA 20, es UL listado/FM aprobado, e incluye:
 - Control del Microprocesador (almacena 1024 mensajes).
 - Transductor de presión (máx. 600 psi).
 - Display de tipo LCD.
 - Cargador de baterías.
 - Leds de alarma.
 - Modo automático.
 - Alarma de falla en el arranque.
 - Alarma de baja presión en el aceite.
 - Alarma de sobrevelocidad en el motor.
 - Indicador de motor en marcha.
 - Alarma de fallo en las baterías.
 - Alarma de bajo nivel de combustible.
 - Alarma de alta temperatura en el motor.

d) CANTIDAD: 1. Bomba Auxiliar (Jockey) y panel de control:

- *Condiciones de selección:* 7.5 gpm con una presión de descarga de 135 psi.
- *Tipo:* Sumergible multietapas.
- *Modelo:* 8S21.
- *Motor:* 1 hp, 208-230/460 V, 3 fase, 60 hz.
- *Panel de control:*
 - *Marca:* Cutler Hammer.
 - *Modelo:* XTJP.
 - *Características:* Gabinete NEMA 2, arranque en línea, voltaje pleno, interruptor HOA externo, transductor de presión WP 600 psi, temporizador de arranque mínimo.

e) Accesorios recomendados para el sistema:

- *CANTIDAD: 1.* Válvula automática para purga de aire, 1 ½".
- *CANTIDAD: 1.* Manómetro para descarga, ¼"NPT, carátula de 3 ½" diámetro.
- *CANTIDAD: 1.* Válvula principal de alivio con válvula piloto, 4", bridas clase 150#.
- *CANTIDAD: 1.* Cono de gasto cerrado, 4" x 6", bridas clase 150#.
- *CANTIDAD: 1.* Cabezal de pruebas, 3 vías, 6" x (3) 2 ½", incluye válvulas, tapas y cadenas.
- *CANTIDAD: 1.* Medidor de flujo tipo Venturi, 6", juntas ranuradas.
- *CANTIDAD: 1.* Caja de transmisión angular, M100 marca Randolph

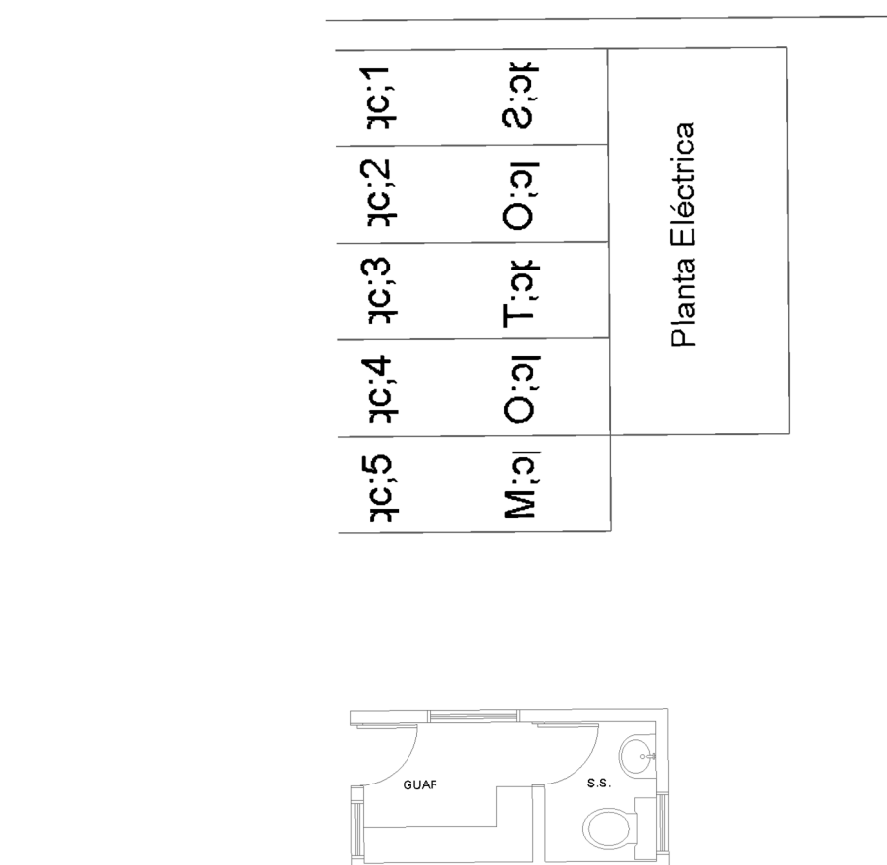
Agradeciendo la oportunidad que nos brindan para presentar esta referencia.

Atentamente,

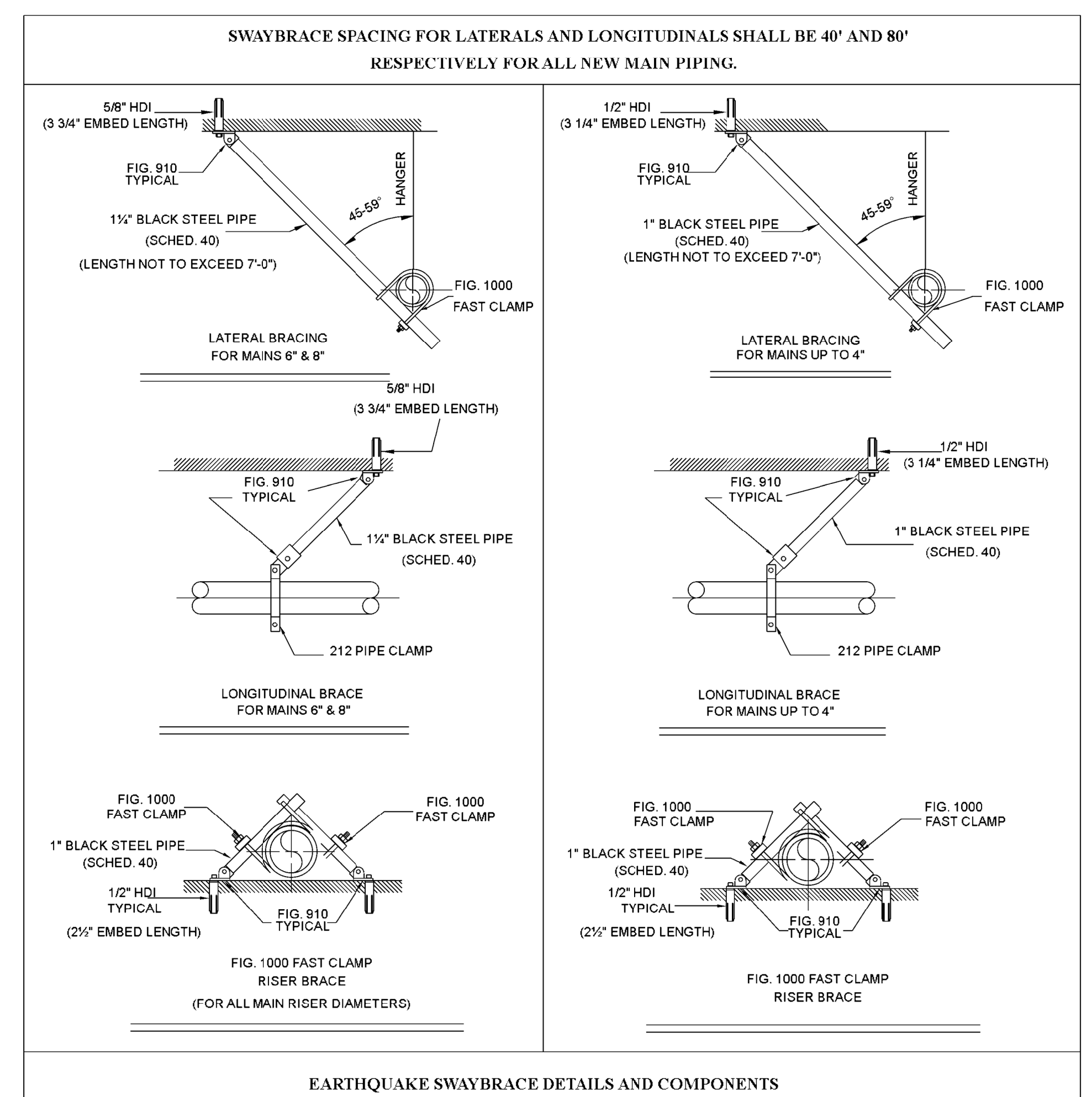
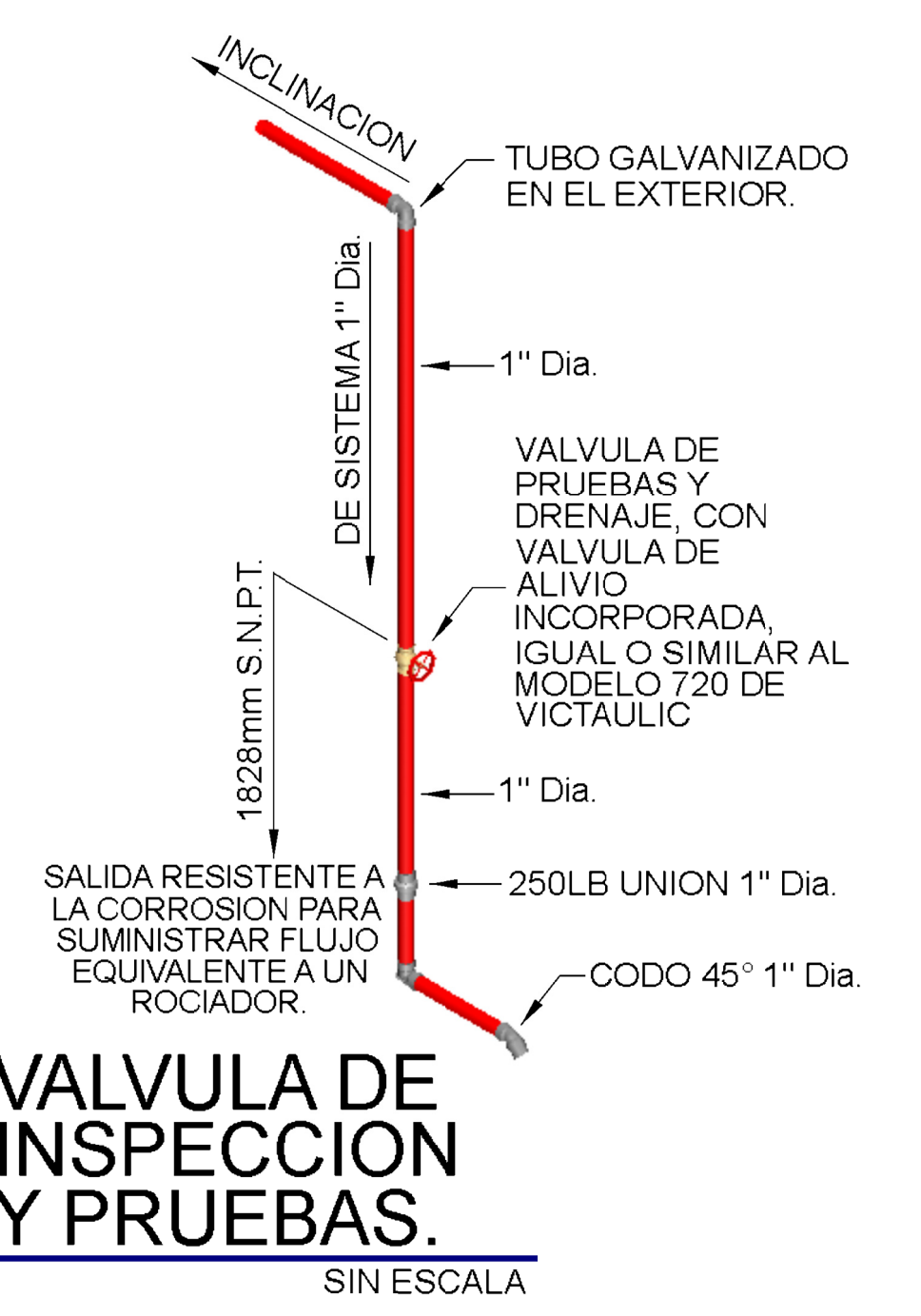
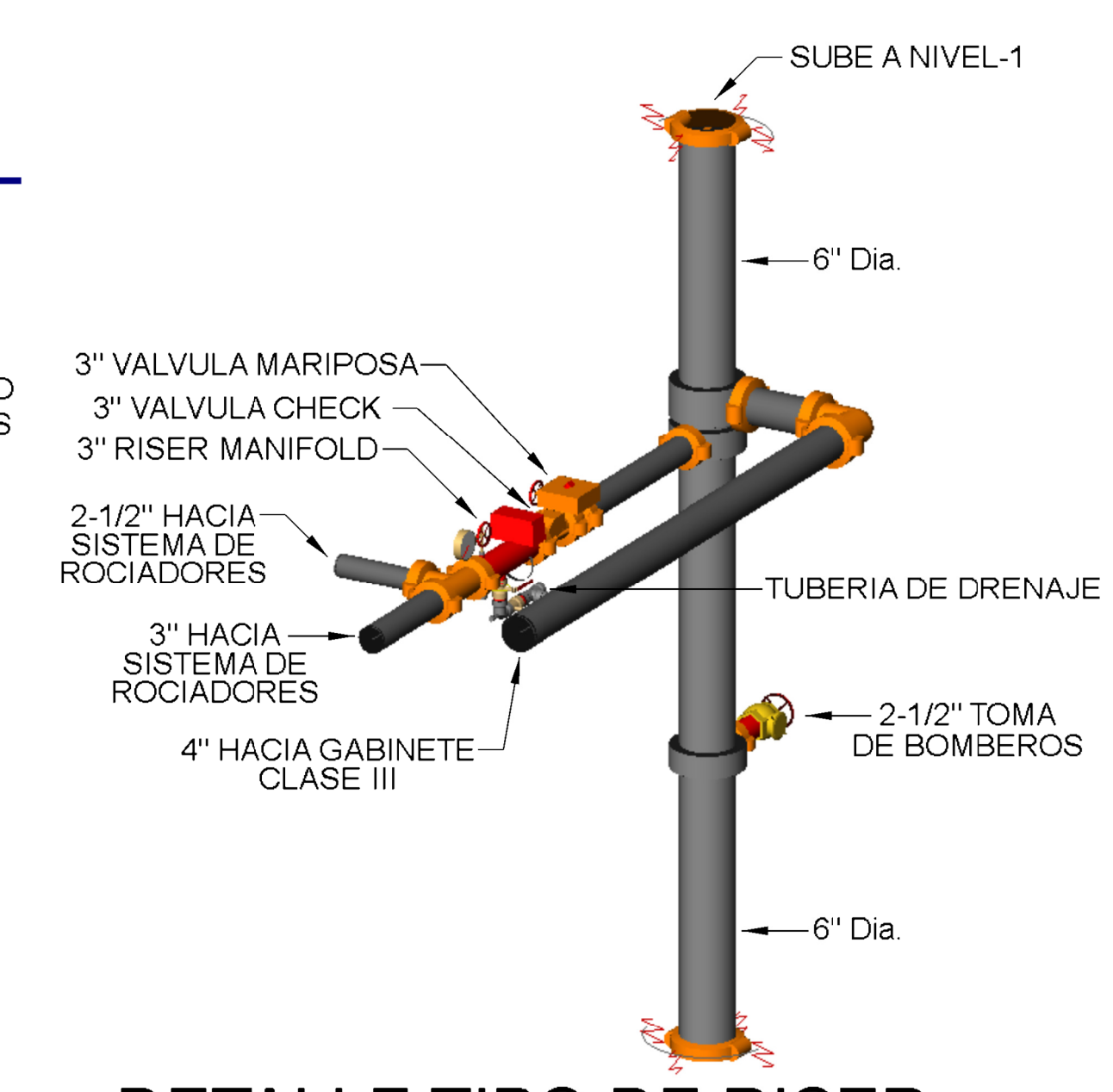
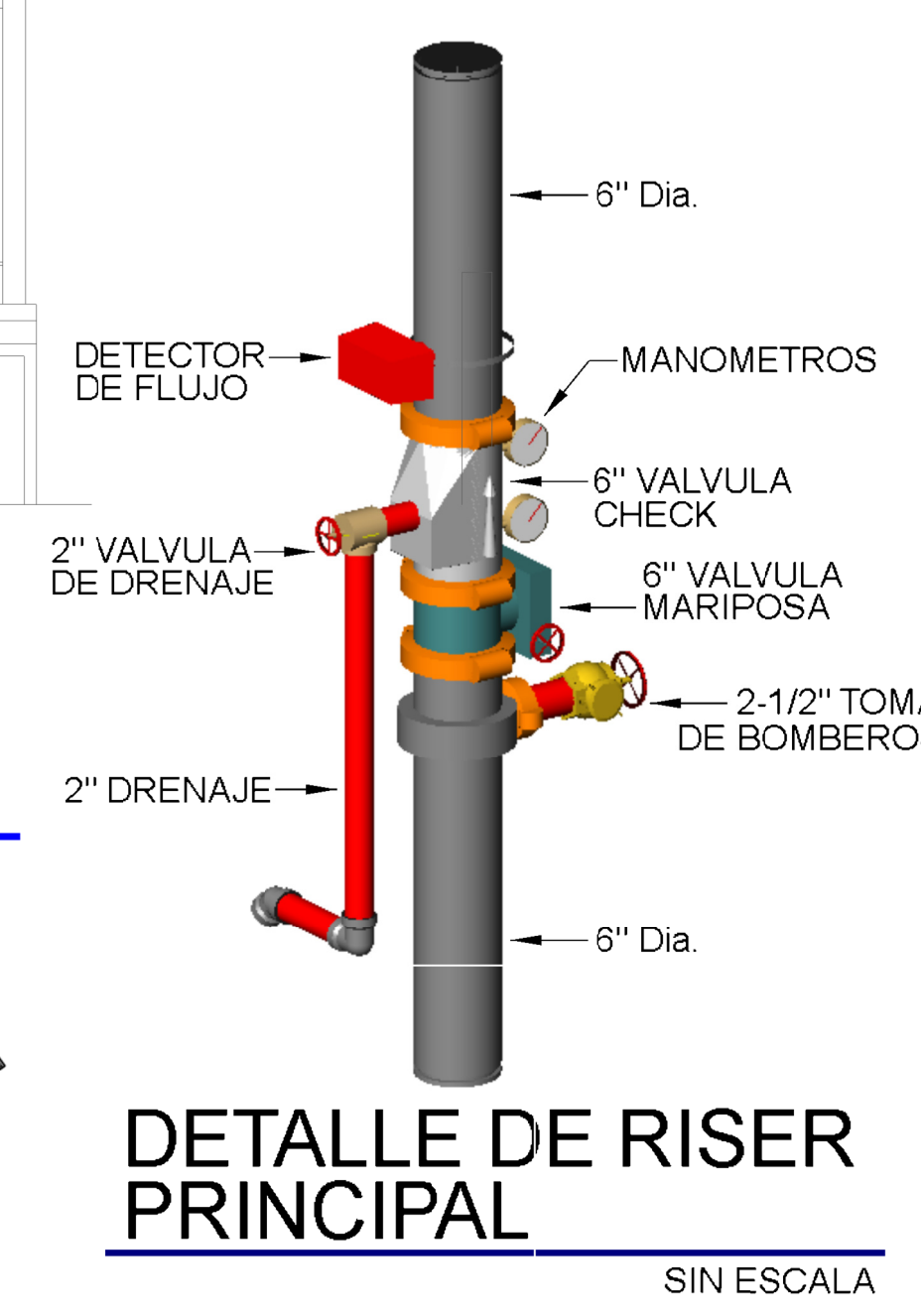
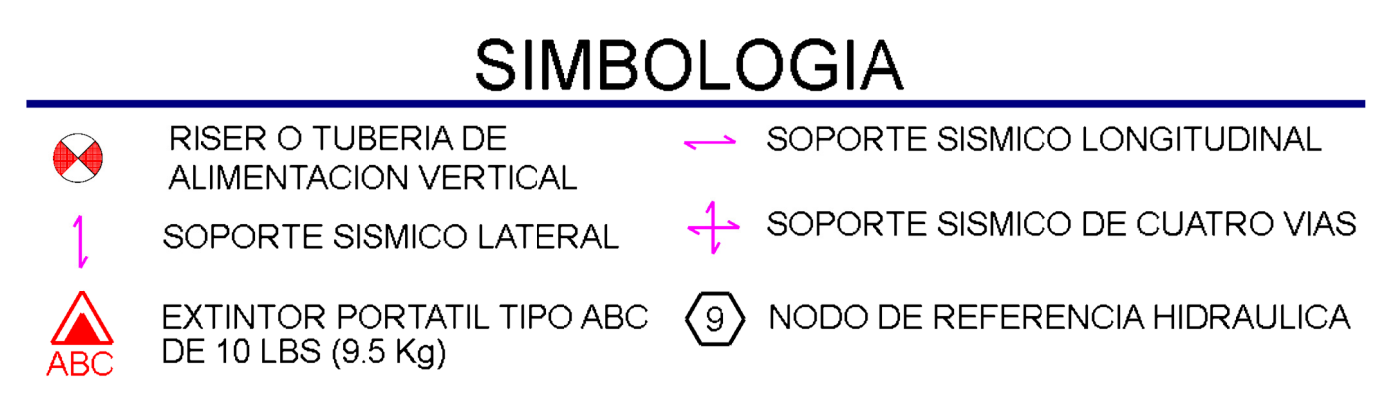
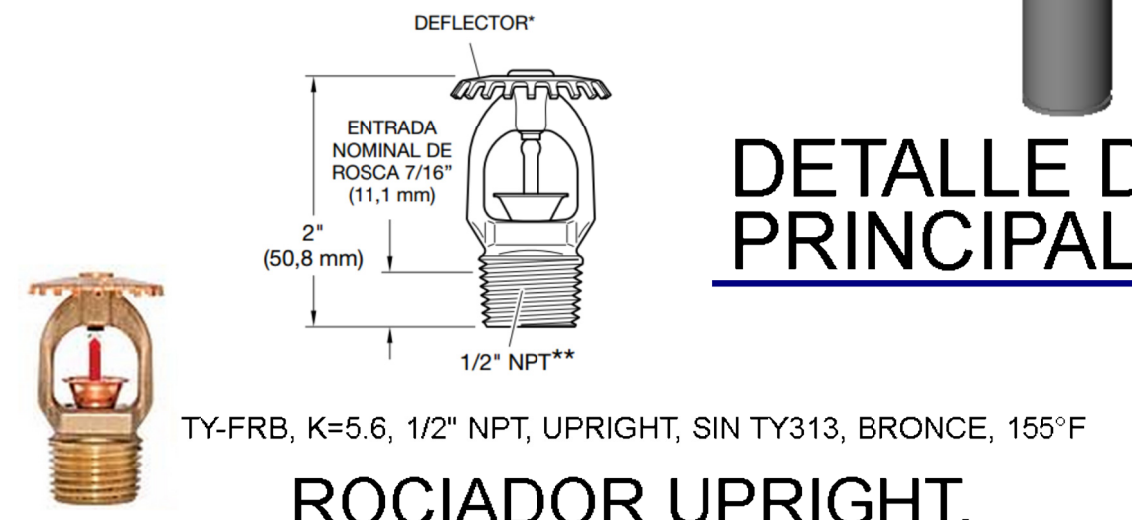
Ing. Gabriel Chaves Q.

Anexo E

Planos del sistema



DISTRIBUCION DE ROCIADORES AUTOMATICOS NIVEL DE SOTANO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO



K

J

I

H

G

F

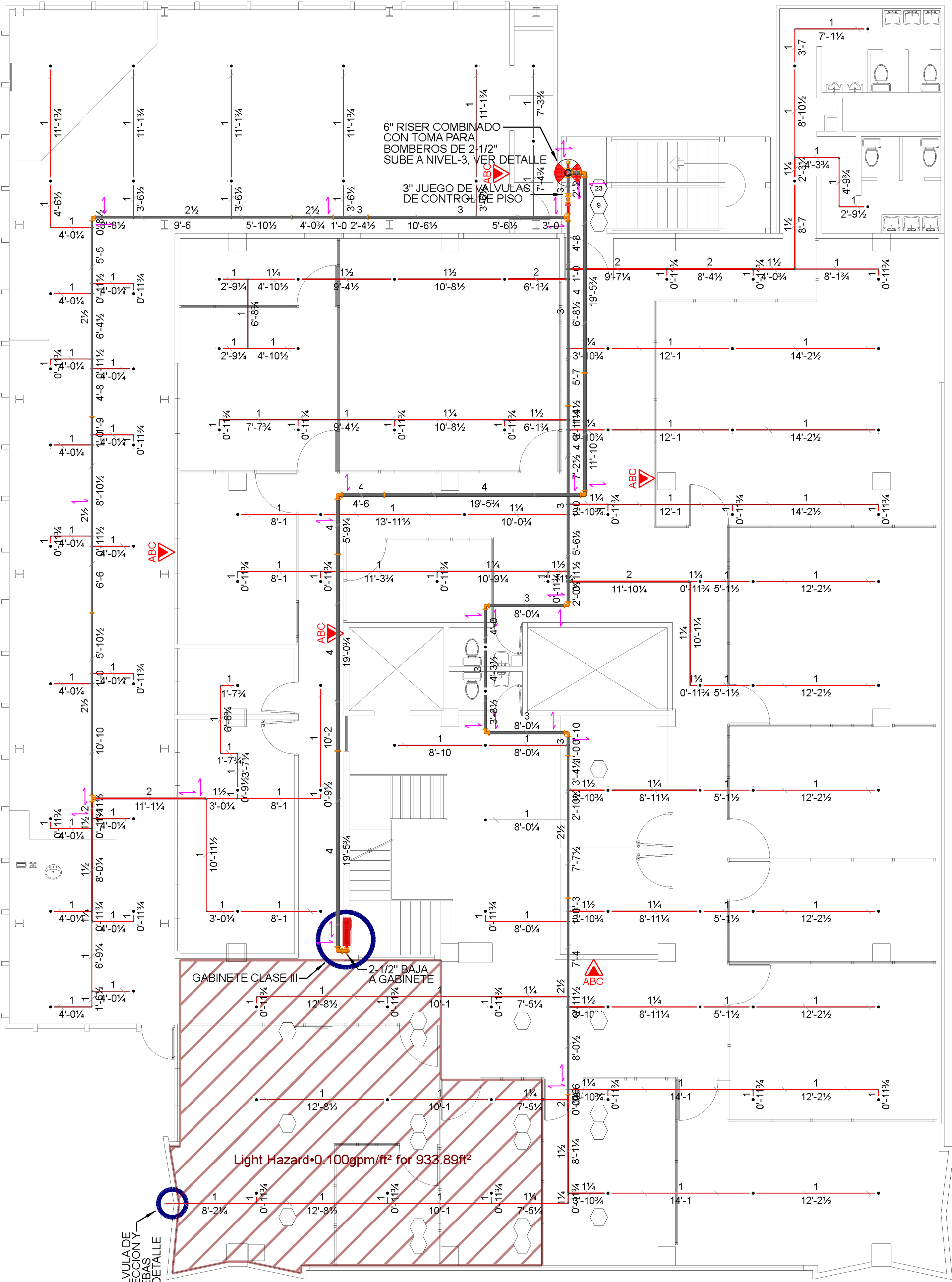
E

D

C

B

A



DISTRIBUCION DE ROCIADORES AUTOMATICOS NIVEL-2
EDIFICIO ADMINISTRATIVO

ESCALA 1:75

Sprinkler Legend								
Symbol	Manufacturer	SIN	Model	Quantity	K-Factor	Type	Size	Response
	Generic	TY323	TY-FRB	106	5.6	Pendent	1/2"	Quick
				Total = 106				

NOTAS GENERALES

NIVEL-2 OFICINAS

1. DISEÑO DE SISTEMA DE ROCIADORES:

A. PARA EL AREA DEL NIVEL-2, EL SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS, SERA TIPO HUMEDO Y DISEÑADO PARA UNA DENSIDAD DE 0.10 GPM/SQ.FT. SOBRE EL AREA MAS REMOTA DE 900 SQ.FT. LOS ROCIADORES SERAN DE TIPO PENDENT CON UN K=5.6 Y CON UN AREA DE COBERTURA MAXIMA DE 225 PIES CUADRADOS POR ROCIADOR. 100 GPM SERAN INCLUIDOS EN LOS CALCULOS HIDRAULICOS COMO RESERVA PARA MANGUERAS.

2. LA TUBERIA RANURADA SERA H.N. CED. 10, LISTADA Y APROBADA PARA SU USO EN INCENDIO, CON JUNTAS Y ACCESORIOS RANURADOS USANDO ACOPLER (DIAMETROS DESDE 2" EN ADELANTE.)

3. LA TUBERIA ROSCADA SERA H.N. CED. 40, LISTADA Y APROBADA PARA SU USO EN INCENDIO, CON JUNTAS Y ACCESORIOS DE HIERRO DUCTIL ROSCADO SEGUN ANSI (DIAMETROS MENORES DE 2".)

4. LA SOPORTERIA SERA DEL TAMAÑO, UBICACION, E INSTALACION SEGUN NFPA 13 EDICION 2013.

5. LA TUBERIA AEREA SERA PROBADA HIDROSTATICAMENTE A 200 PSI POR 2 HORAS.

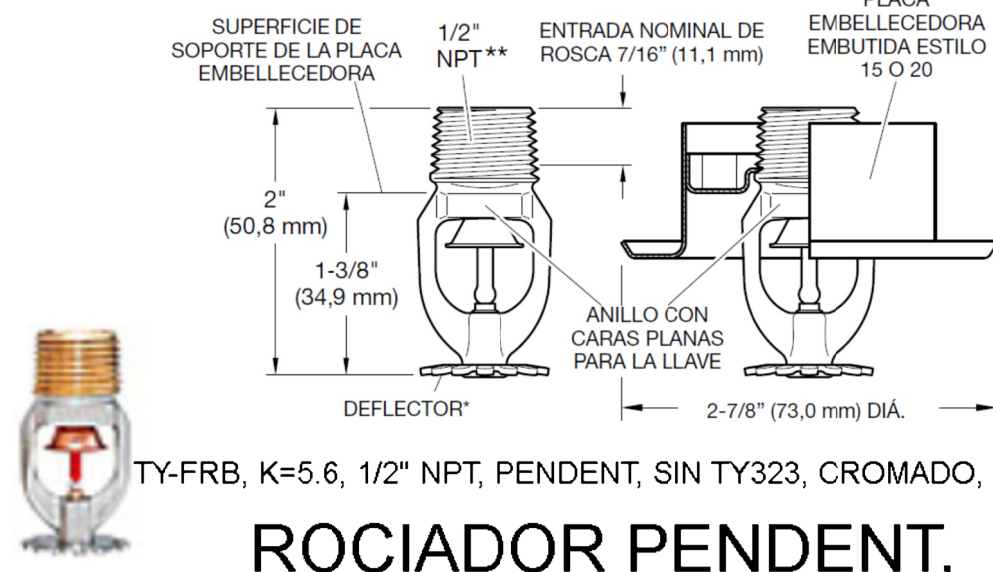
6. LOS INTERRUPTORES TIPO "TAMPER", Y DETECTORES DE FLUJO SERAN INSTALADOS POR EL CONTRATISTA CONTRA INCENDIOS, Y SERAN MONITOREADOS DESDE EL PANEL DE DETECCION DE INCENDIOS.

7. UN ROTULO CON DATOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA SERA INSTALADO EN CADA RISER DEL SISTEMA DE ROCIADORES

8. TODOS LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SERAN LISTADOS Y APROBADOS PARA SU USO EN INCENDIO.

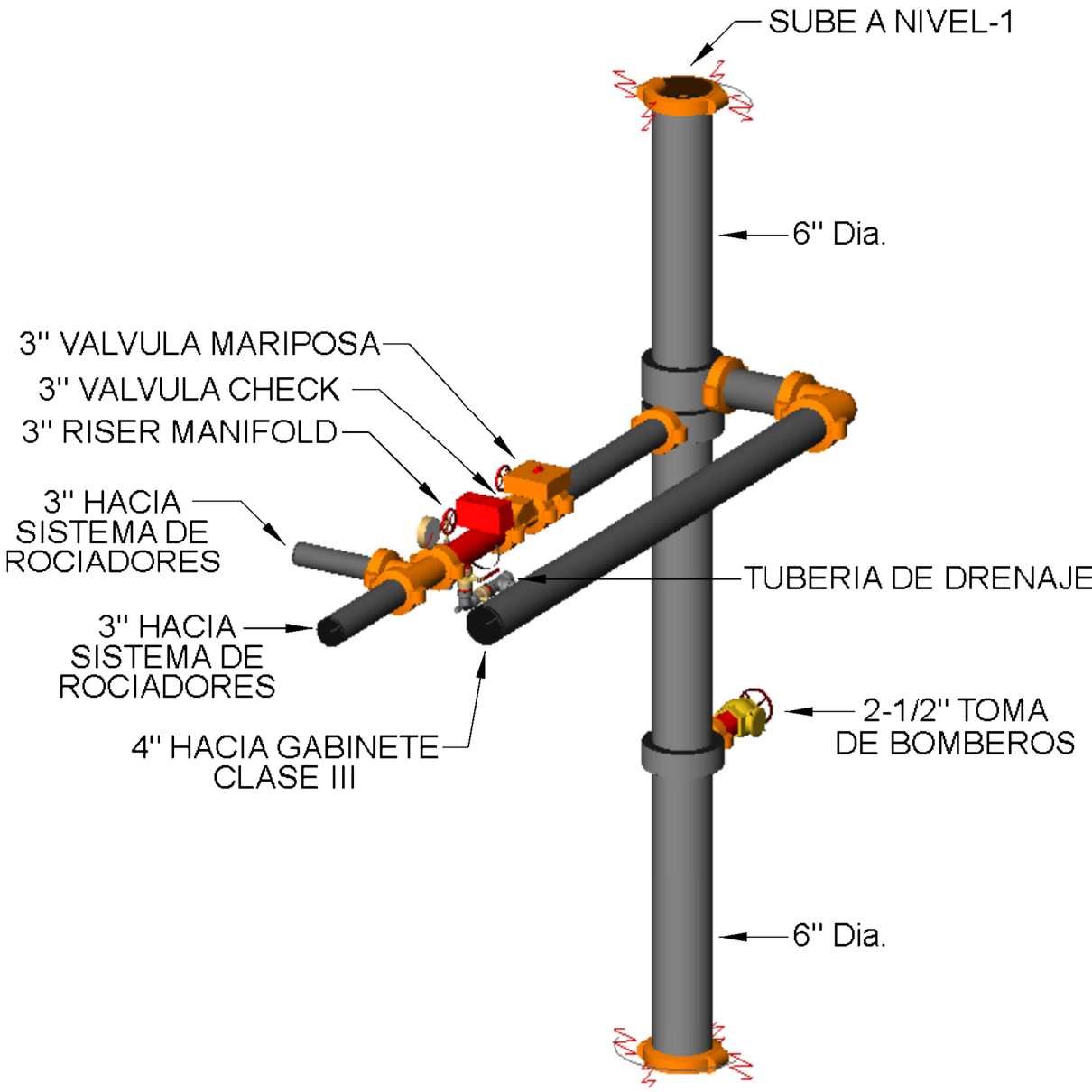
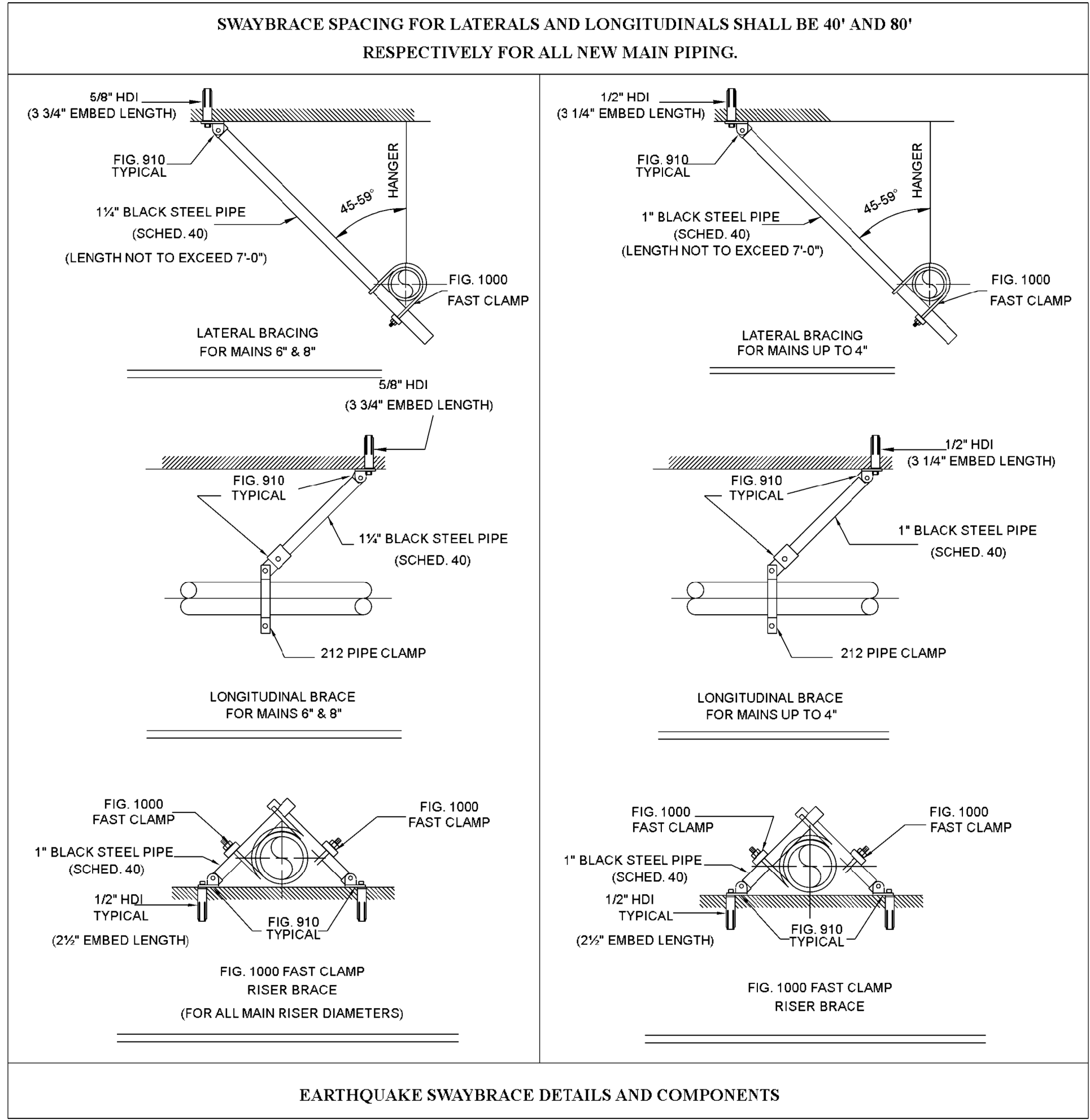
9. LOS ARRIOSTRES CONTRA MOVIMIENTOS SISMICOS SERAN INSTALADOS SEGUN NFPA 13 EDICION 2013.

10. SE DEBERA DEJAR UN ESPACIO PARA LAS TUBERIAS QUE PASEN POR PAREDES, PISOS O FUNDACIONES DE ACUERDO CON NFPA 13 EDICION 2013, Y DEBERA SER DE 1" PARA TUBERIAS MENORES A 4" Y DE 2" PARA TUBERIAS DE 4" O MAYORES.



ROCIADOR PENDENT,
RESPUESTA RAPIDA, K=5.6

SIN ESCALA



DETALLE TIPO DE RISER
PARA TODOS LOS NIVELES

SIN ESCALA

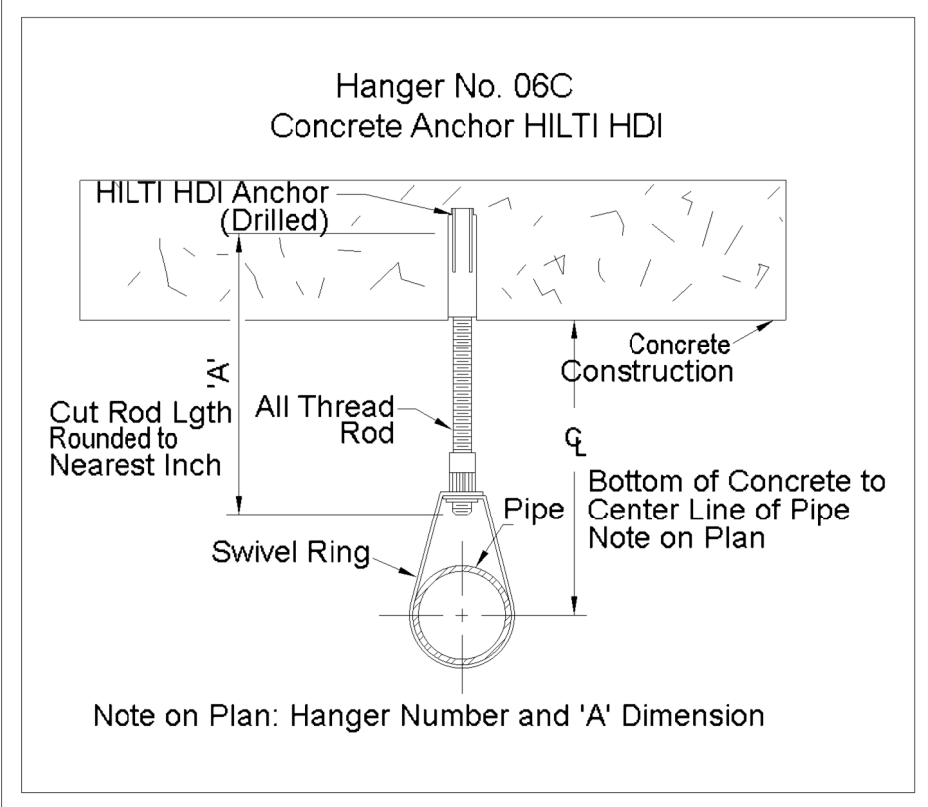
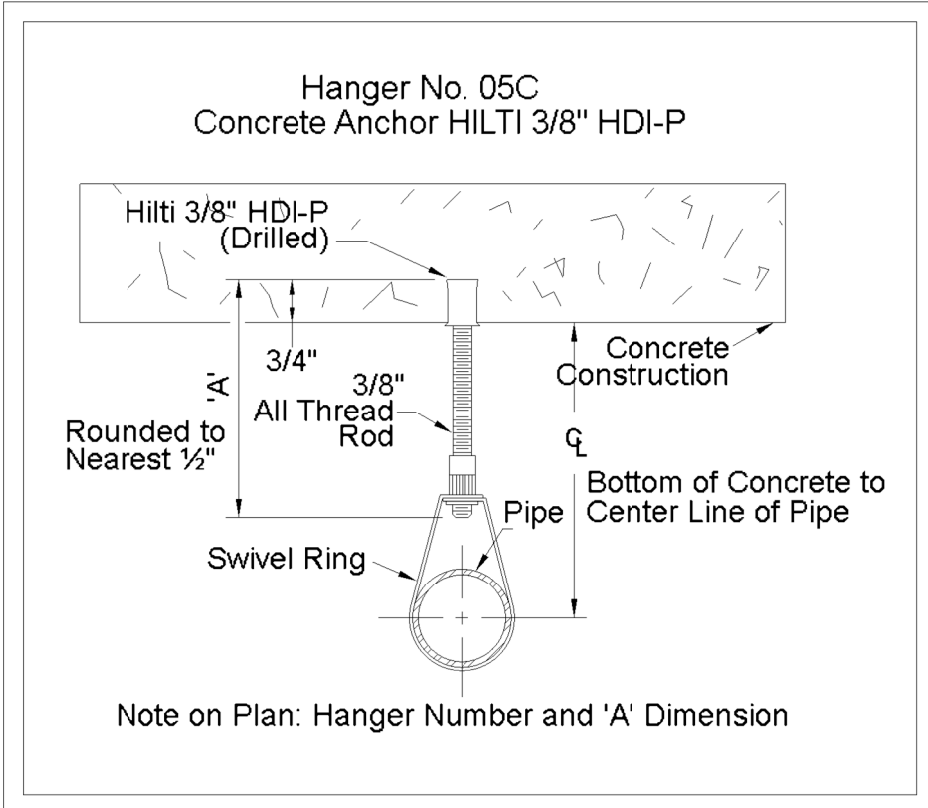


VALVULA DE
INSPECCION
Y PRUEBAS.

SIN ESCALA

SIMBOLOGIA

	RISER O TUBERIA DE ALIMENTACION VERTICAL		SOPORTE SISMICO LONGITUDINAL
	SOPORTE SISMICO LATERAL		SOPORTE SISMICO DE CUATRO VIAS
	EXTINTOR PORTATIL TIPO ABC DE 10 LBS (9.5 Kg)		NODO DE REFERENCIA HIDRAULICA



CALCULO DE CARGA SOPORTES CONTRA OSCILACION EN CONCRETO						
TAMAÑO TUBERIA	TAMAÑO SOPORTE	ESPACIO ENTRE SOPORTES		ASIGNADO	NFPA #13 EDICION 2002 TABLA 9.3.5.8.9	TIPO DE SUJECION CON VALOR MAXIMO DE CARGA (lbs.)
		LAT.	LONG.	CARGA (lbs.) FACTOR DE MULT. = 0.5	TIPO DE SOPORTE	
8"	1 1/4" CED 40	30'	60'	1383	TIPO "B"	TORNILLO 1/2" = 2050
6"	1 1/4" CED 40	40'	80'	1258	TIPO "B"	TORNILLO 1/2" = 2050
4"	1" CED 40	40'	80'	999	TIPO "B"	TORNILLO 3/8" = 1200
3"	1" CED 40	40'	80'	911	TIPO "B"	TORNILLO 3/8" = 1200
2 1/2"	1" CED 40	40'	80'	1256	TIPO "B"	TORNILLO 3/8" = 1200

PROYECTO:
OFICINAS CENTRALES DEL
CUERPO DE BOMBEROS
DE COSTA RICA

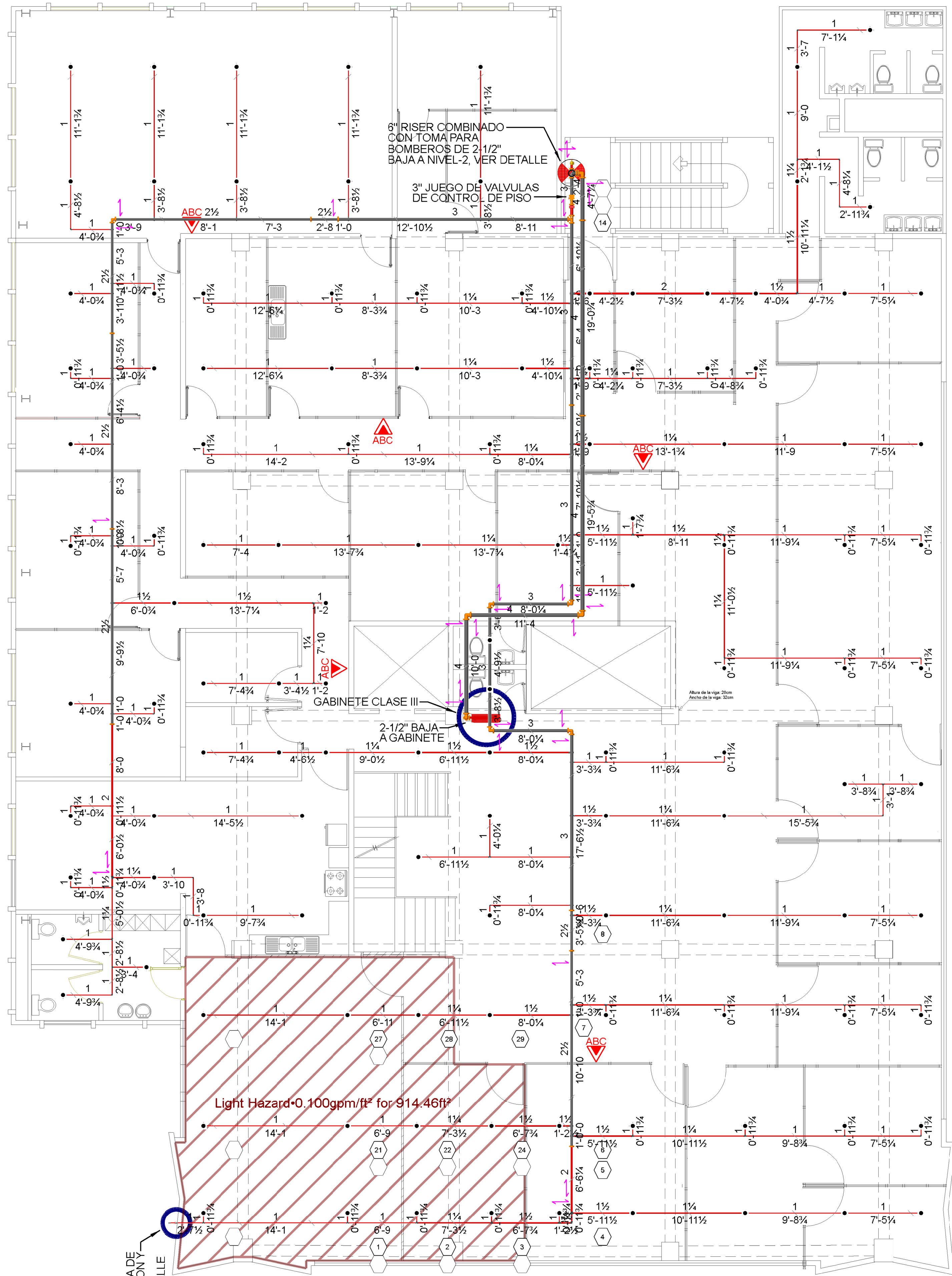
CONTENIDO:
DISTRIBUCION DE
ROCIADORES
NIVEL-2



DISEÑADO POR:
FERNANDO VARGAS ZUÑIGA
ASESOR INDUSTRIAL:
ING. MAURICIO MENESES F.
DIBUJADO POR:
FERNANDO VARGAS ZUÑIGA

ESTE PLANO ES EXCLUSIVO PARA EL USO
DE UN PROYECTO FINAL DE GRADUACION.
ES NULO SIN LA APROBACION RESPECTIVA.

ESCALA	FECHA	Nº DE LAMINA
1 : 75	13/10/2018	3 / 5

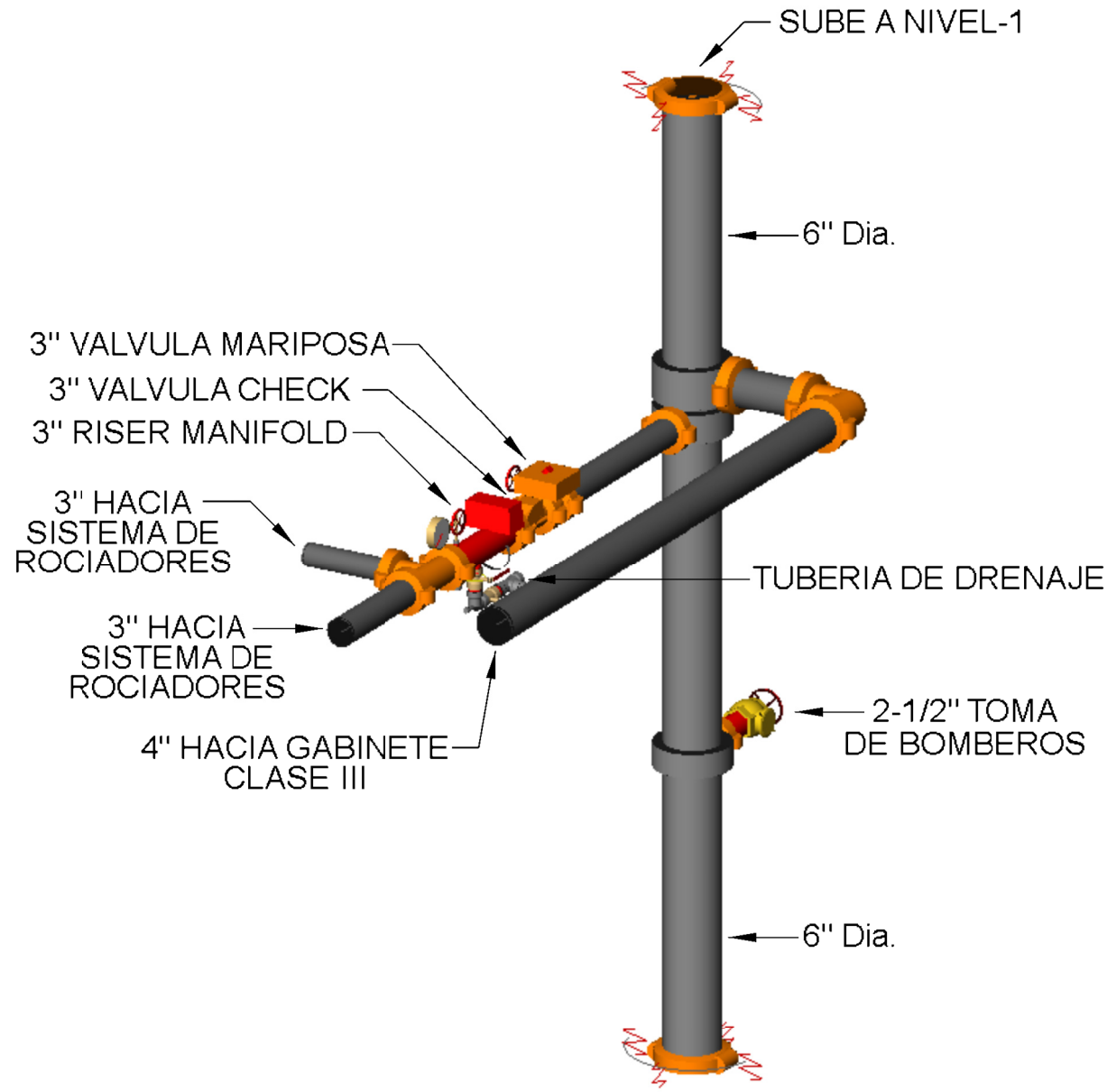
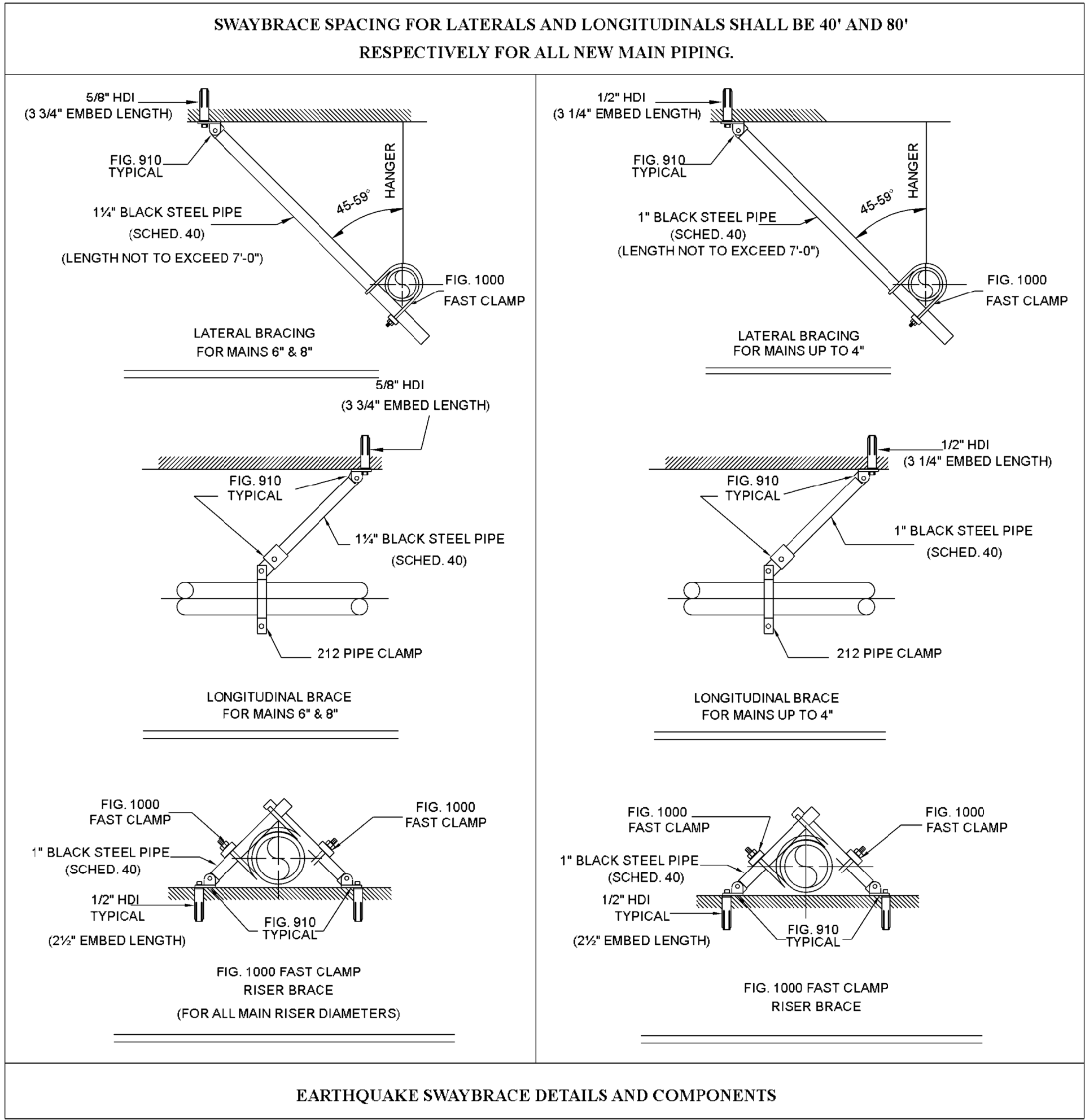
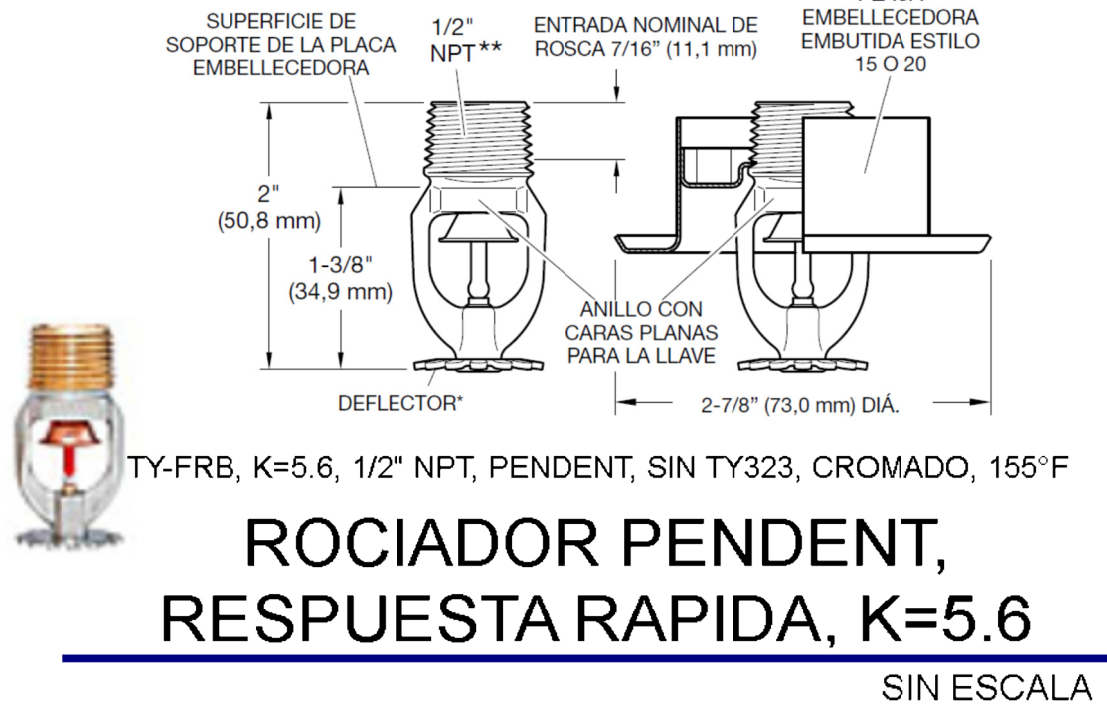


DISTRIBUCION DE ROCIADORES AUTOMATICOS NIVEL-3
EDIFICIO ADMINISTRATIVO

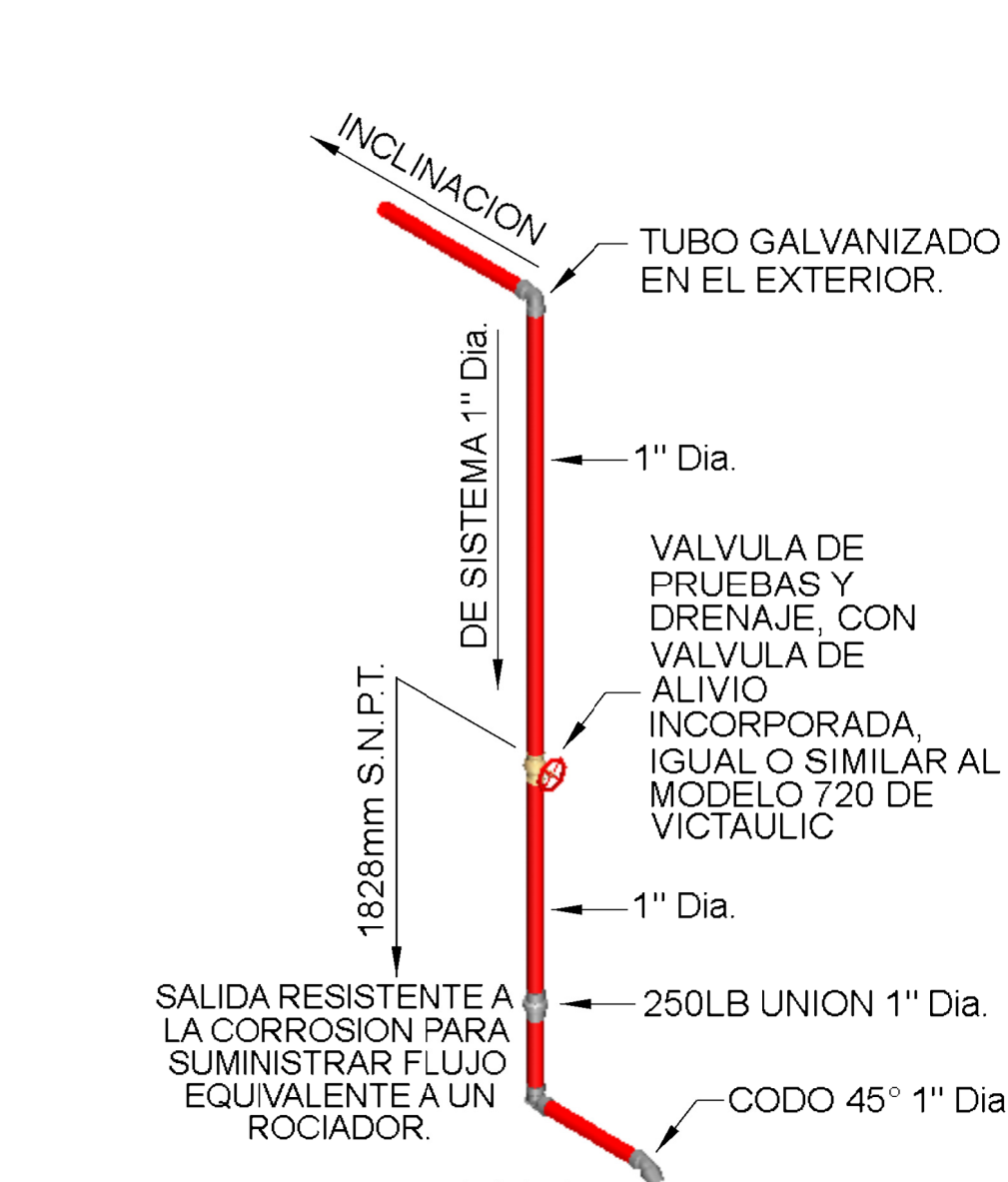
ESCALA 1:75

Sprinkler Legend								
Symbol	Manufacturer	SIN	Model	Quantity	K-Factor	Type	Size	Note
	Generic		TY323 TY-FRB	121	5.6	Pendent	1/2"	
				Total = 121				

- NOTAS GENERALES
- NIVEL-3 OFICINAS
1. DISEÑO DE SISTEMA DE ROCIADORES:
- A. PARA EL AREA DEL NIVEL-3, EL SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS, SERA TIPO HUMEDO Y DISEÑADO PARA UNA DENSIDAD DE 0.10 GPM/SQ.FT., SOBRE EL AREA MAS REMOTA DE 900 SQ.FT. LOS ROCIADORES SERAN DE TIPO PENDENT CON UN K=5.6 Y CON UN AREA DE COBERTURA MAXIMA DE 225 PIES CUADRADOS POR ROCIADOR, 100 GPM SERAN INCLUIDOS EN LOS CALCULOS HIDRAULICOS COMO RESERVA PARA MANGUERAS.
2. LA TUBERIA RANURADA SERA H.N. CED. 10, LISTADA Y APROBADA PARA SU USO EN INCENDIO, CON JUNTAS Y ACCESORIOS RANURADOS USANDO ACOPLES (DIAMETROS DESDE 2" EN ADELANTE.)
3. LA TUBERIA ROSCADA SERA H.N. CED. 40, LISTADA Y APROBADA PARA SU USO EN INCENDIO, CON JUNTAS Y ACCESORIOS DE HIERRO DUCTIL ROSCADO SEGUN ANSI (DIAMETROS MENORES DE 2").
4. LA SOPORTERIA SERA DEL TAMAÑO, UBICACION, E INSTALACION SEGUN NFPA 13 EDICION 2013.
5. LA TUBERIA AEREA SERA PROBADA HIDROSTATICAMENTE A 200 PSI POR 2 HORAS.
6. LOS INTERRUPTORES TIPO "TAMPER", Y DETECTORES DE FLUJO SERAN INSTALADOS POR EL CONTRATISTA CONTRA INCENDIOS, Y SERAN MONITOREADOS DESDE EL PANEL DE DETECCION DE INCENDIOS.
7. UN ROTULO CON DATOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA SERA INSTALADO EN CADA RISER DEL SISTEMA DE ROCIADORES.
8. TODOS LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SERAN LISTADOS Y APROBADOS PARA SU USO EN INCENDIO.
9. LOS ARRICISTRES CONTRA MOVIMIENTOS SISMICOS SERAN INSTALADOS SEGUN NFPA 13 EDICION 2013.
10. SE DEBERA DEJAR UN ESPACIO PARA LAS TUBERIAS QUE PASEN POR PAREDES, PISOS O FUNDACIONES DE ACUERDO CON NFPA 13 EDICION 2013, Y DEBERA SER DE 1" PARA TUBERIAS MENORES A 4" Y DE 2" PARA TUBERIAS DE 4" O MAYORES.

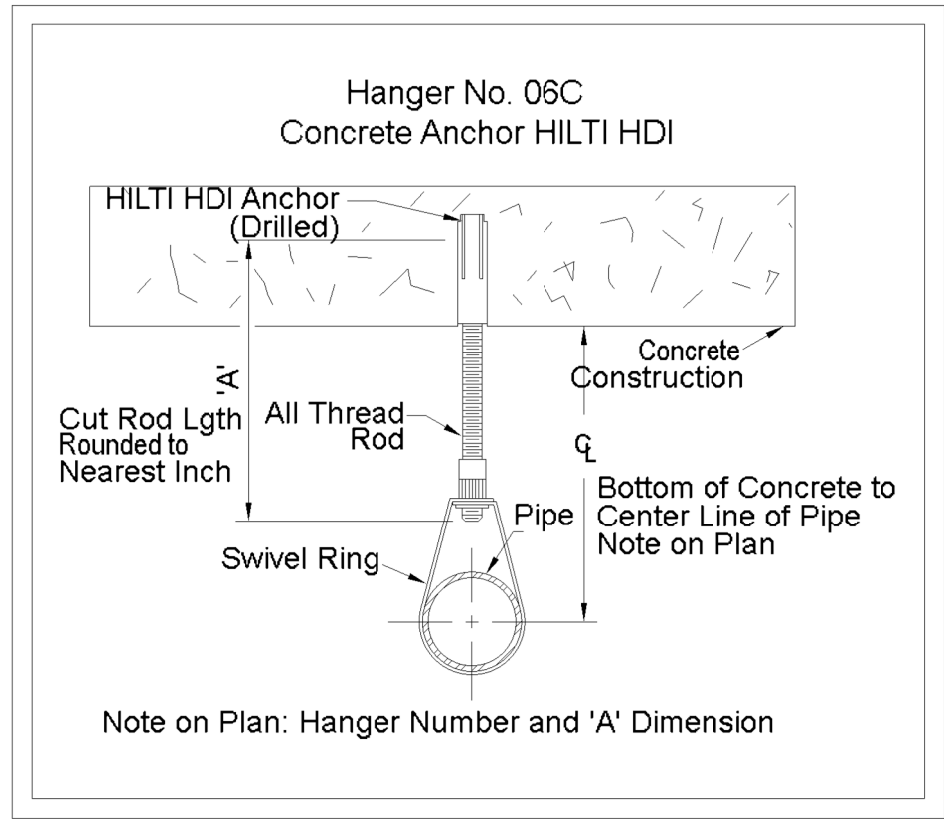
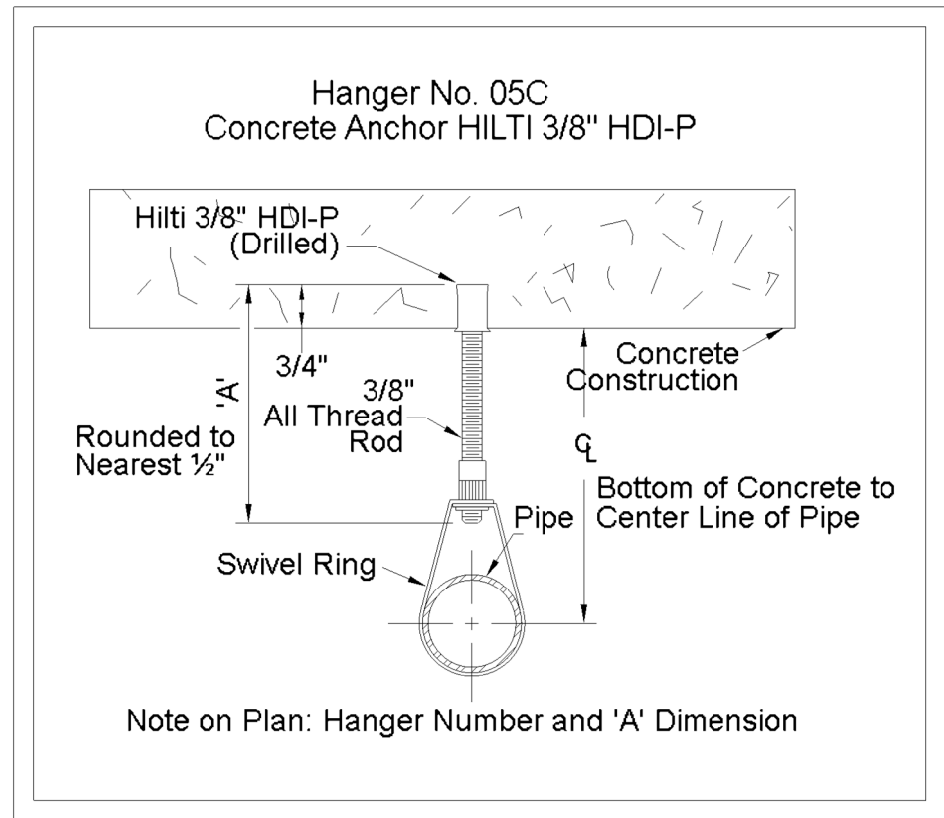


VALVULA DE INSPECCION Y PRUEBAS.



SIMBOLOGIA

	RISER O TUBERIA DE ALIMENTACION VERTICAL		SOPORTE SISMICO LONGITUDINAL
	SOPORTE SISMICO LATERAL		SOPORTE SISMICO DE CUATRO VIAS
	EXTINTOR PORTATIL TIPO ABC DE 10 LBS (9.5 Kg)		NODO DE REFERENCIA HIDRAULICA



CALCULO DE CARGA SOPORTES CONTRA OSCILACION EN CONCRETO

TAMARO TUBERIA	TAMARO SOPORTE	ESPACIO ENTRE SOPORTES	ASIGNADO	NFPA #13 EDICION 2002	TIPO DE SUJECION
		LAT.	LONG.	TABLA 9.3.5.8.9	CON VALOR
				TIPO DE SOPORTE	MAXIMO DE CARGA (lbs.)
8"	1 1/4" CED 40	30'	60'	1383	TORNILLO 1/2" = 2050
6"	1 1/4" CED 40	40'	80'	1258	TORNILLO 1/2" = 2050
4"	1" CED 40	40'	80'	999	TORNILLO 3/8" = 1200
3"	1" CED 40	40'	80'	911	TORNILLO 3/8" = 1200
2 1/2"	1" CED 40	40'	80'	1256	TORNILLO 3/8" = 1200

PROYECTO:
OFICINAS CENTRALES DEL CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA

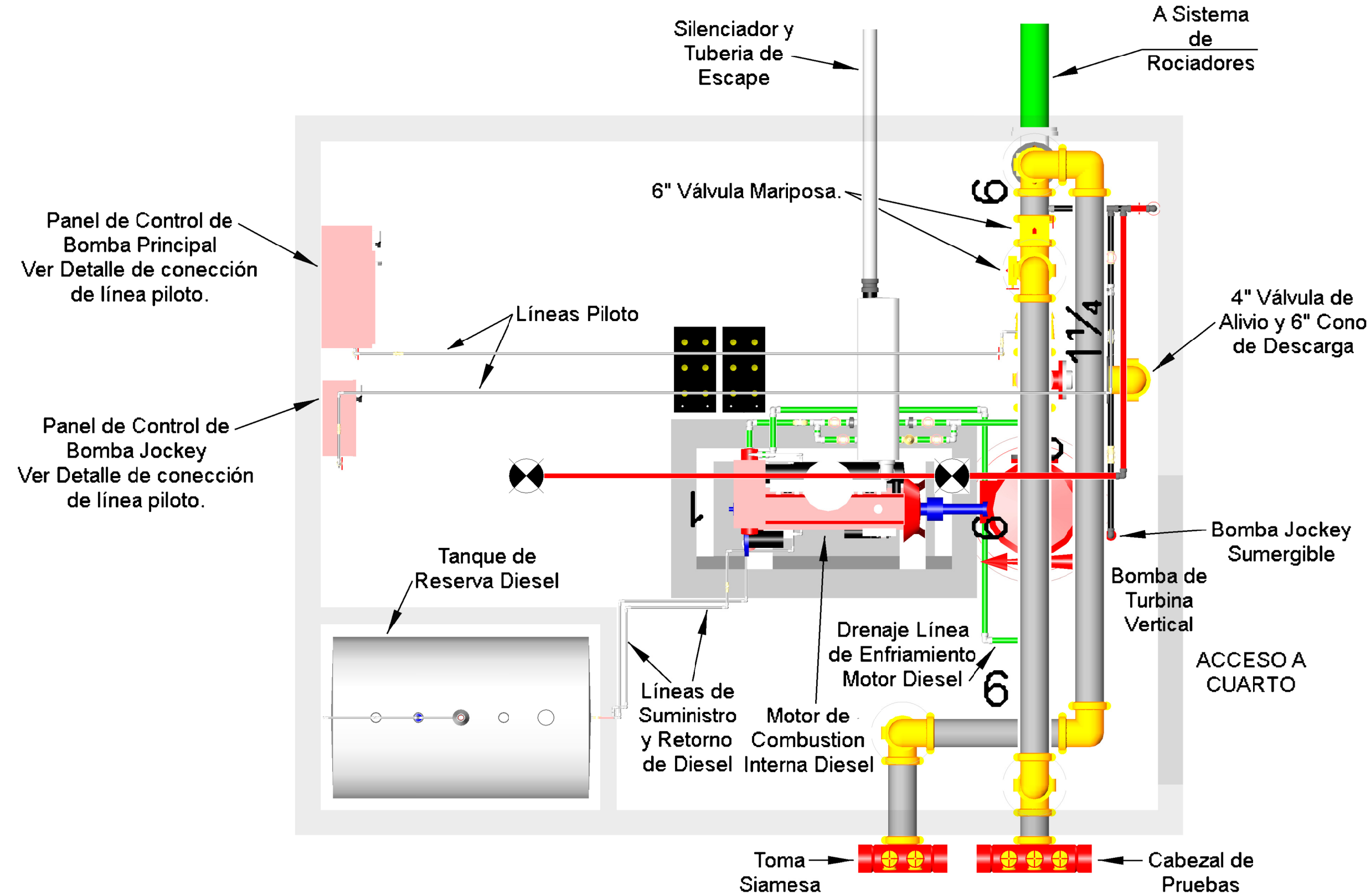
CONTENIDO:
DISTRIBUCION DE ROCIADORES NIVEL-3



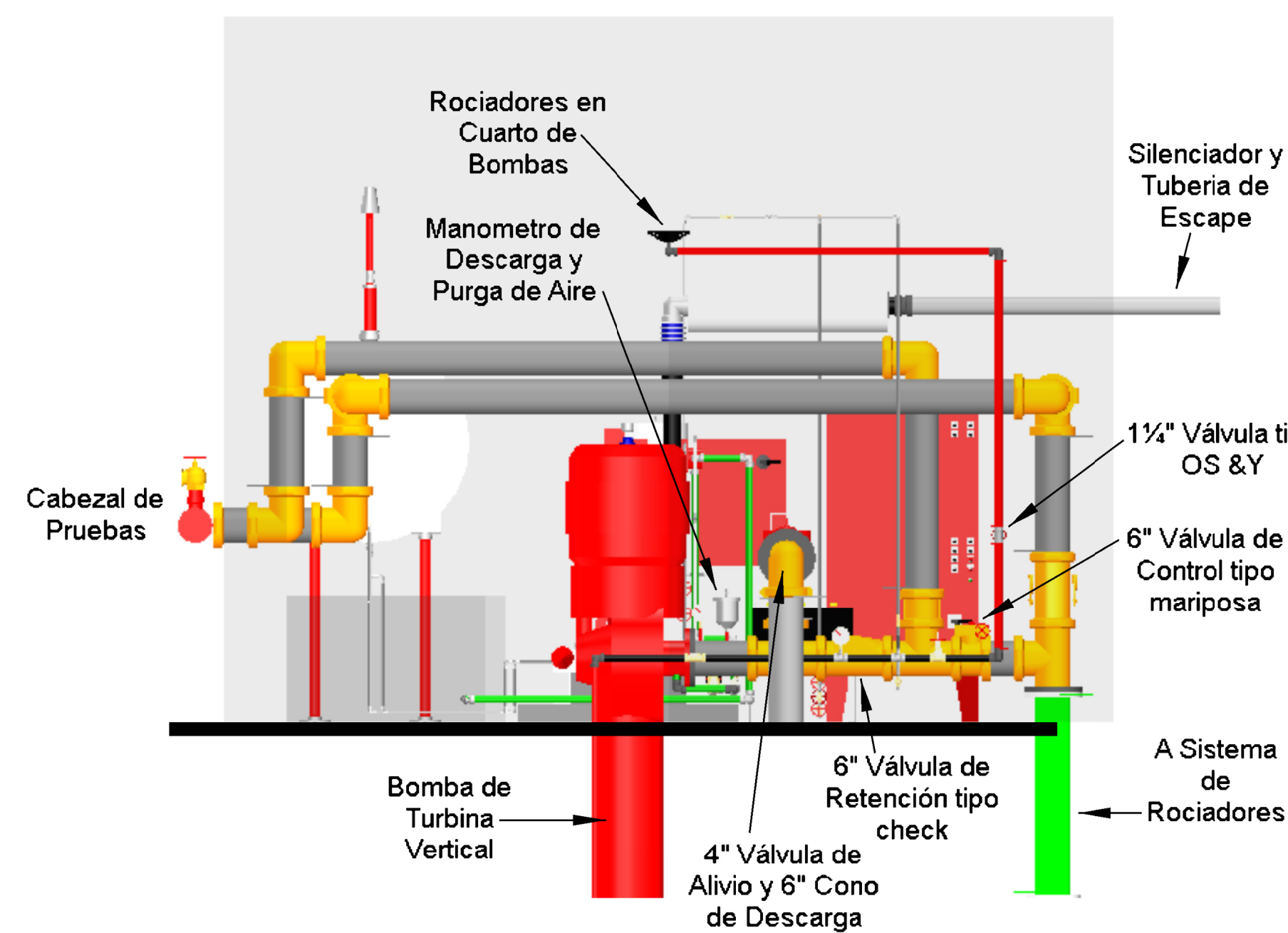
DISEÑADO POR:
FERNANDO VARGAS ZUÑIGA
ASESOR INDUSTRIAL:
ING. MAURICIO MENESES F.
DIBUJADO POR:
FERNANDO VARGAS ZUÑIGA

ESTE PLANO ES EXCLUSIVO PARA EL USO DE UN PROYECTO FINAL DE GRADUACION, ES NULO SIN LA APROBACION RESPECTIVA.

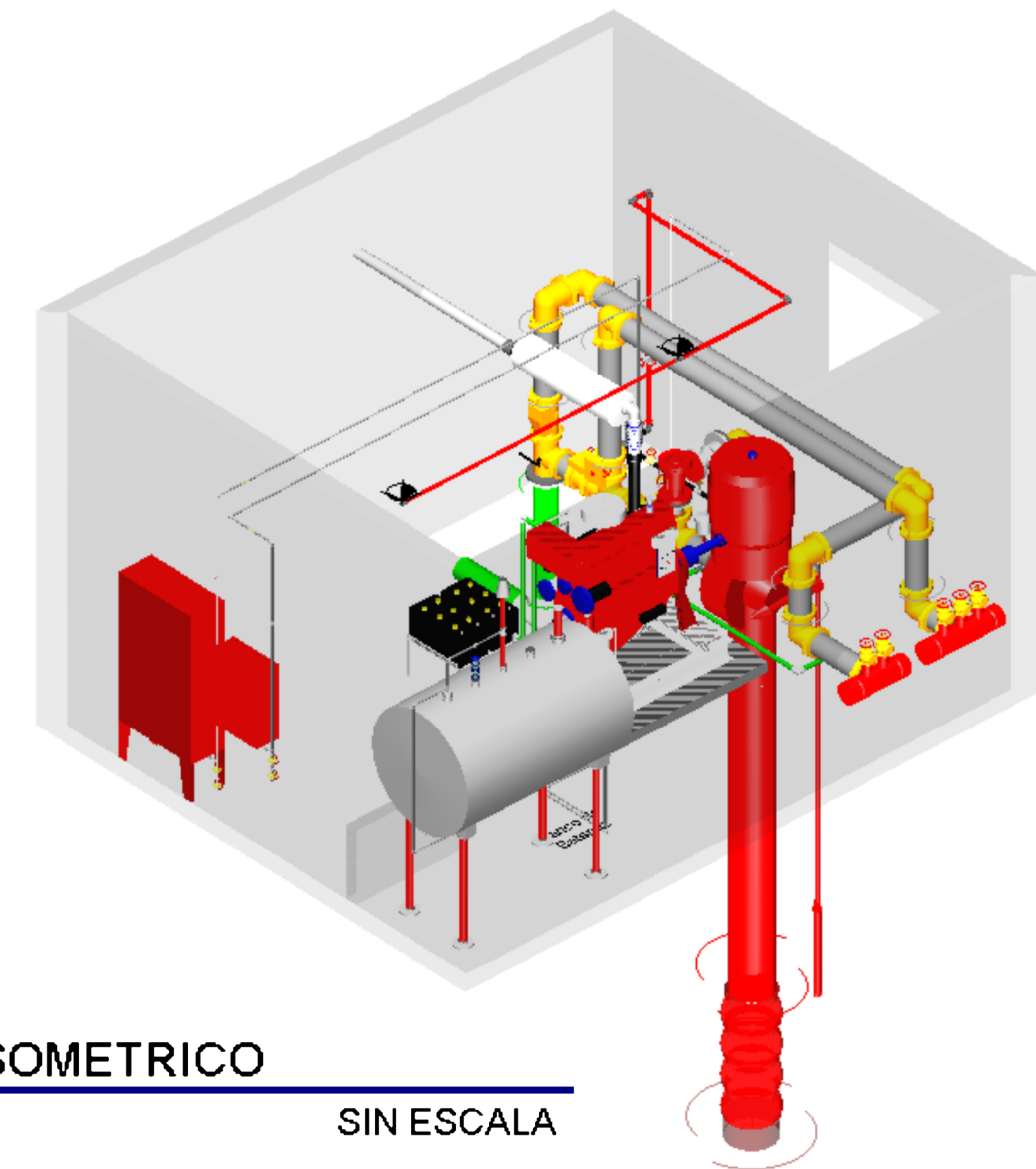
ESCALA	FECHA	Nº DE LAMINA
1 : 75	13/10/2018	4 / 5



DISTRIBUCION PRINCIPAL CUARTO DE BOMBAS
ESCALA 1 = 25



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 = 25



ISOMETRICO
SIN ESCALA

Sprinkler Legend									
Symbol	Manufacturer	SIN Model	Quantity	K-Factor	Type	Size	Response	Finish	Temperature
Generic			2	6	Upright	1 1/2"	Standard	Brass	280° F
			Total = 2						
									Note
									En Cuarto de Bombas

NOTAS GENERALES CUARTO DE BOMBAS

1. CUARTO DE BOMBAS:

A. BOMBA PRINCIPAL DE INCENDIO, TURBINA VERTICAL, 750GPM A UNA PRESION DE 130PSI, CON SU RESPECTIVO PANEL DE CONTROL Y MOTOR DIESEL.

B. BOMBA JOCKEY SUMERGIBLE DE 7.5GPM A UNA PRESION DE 140PSI CON SU RESPECTIVO PANEL DE CONTROL.

C. TANQUE DE RESERVA DE AGUA PARA EL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS DE 28.535 GALONES MINIMO.

2. LA TUBERIA RANURADA SERA H.N. CED. 10 CON JUNTAS Y ACCESORIOS RANURADOS USANDO ACOPLER (DIAMETROS DESDE 2" Y 2 1/2" EN ADELANTE.)

3. LA TUBERIA ROSCADA SERA H.N. CED. 40, CON JUNTAS Y ACCESORIOS DE HIERRO DUCTIL ROSCADO SEGUN ANSI (DIAMETROS MENORES DE 2".)

4. LA SOPORTERIA SERA DEL TAMAÑO, UBICACION, E INSTALACION SEGUN NFPA 13 EDICION 2013..

5. LA TUBERIA SERA PROBADA HIDROSTATICAMENTE A 200 PSI POR 2 HORAS.

6. LAS VALVULAS DE DESCARGA BADERAN SER MONITOREADAS.

7. SE DEBERA MONITOREAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES DEL EQUIPO DE BOMBEO:

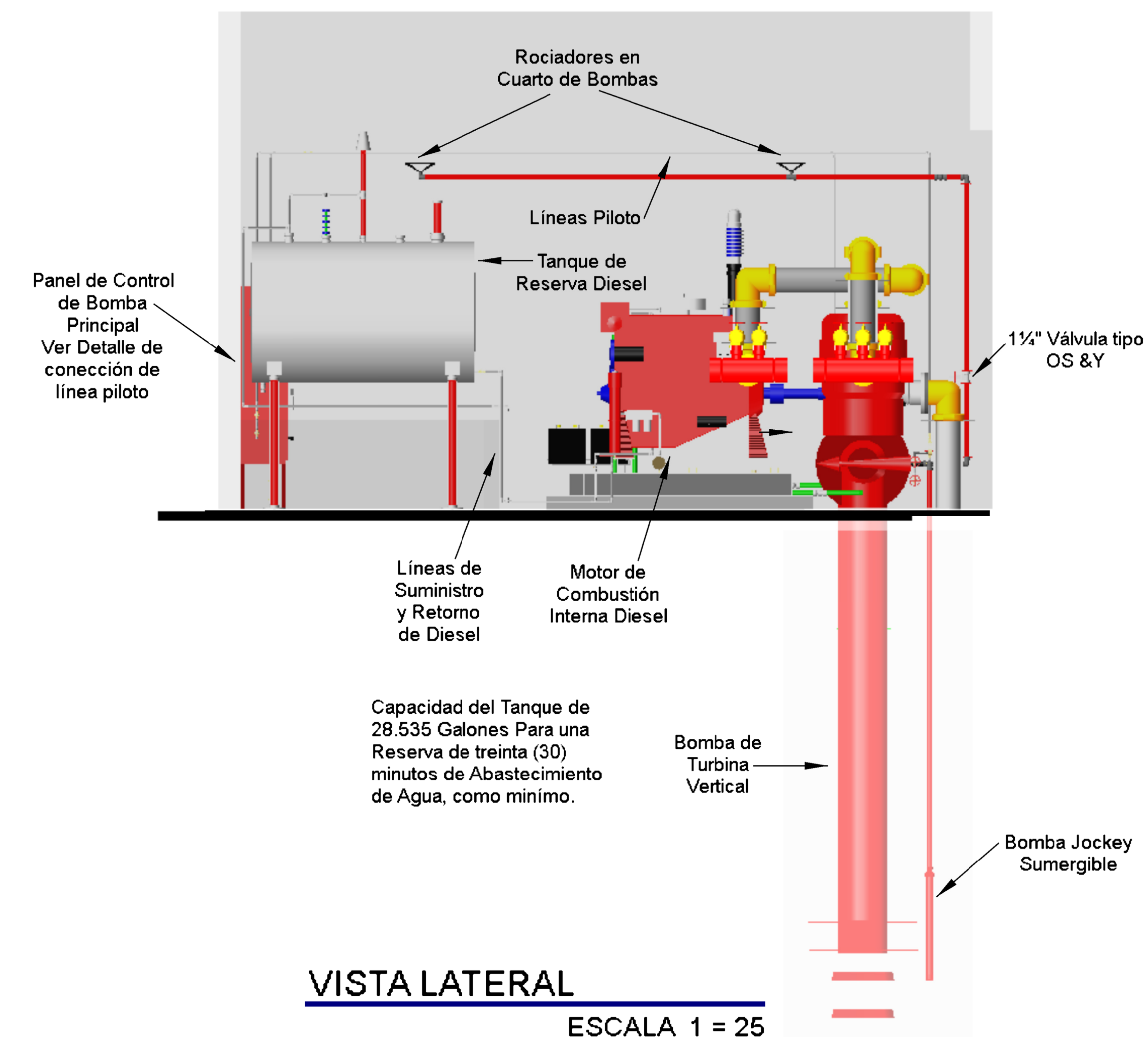
- INDICACION DE ARRANQUE
- INDICACION DE CONDICION DEL CONTROLADOR
- INDICACION DE PROBLEMA DEL MOTOR

8. TODOS LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DEBERAN SER LISTADOS PARA SU USO EN INCENDIO.

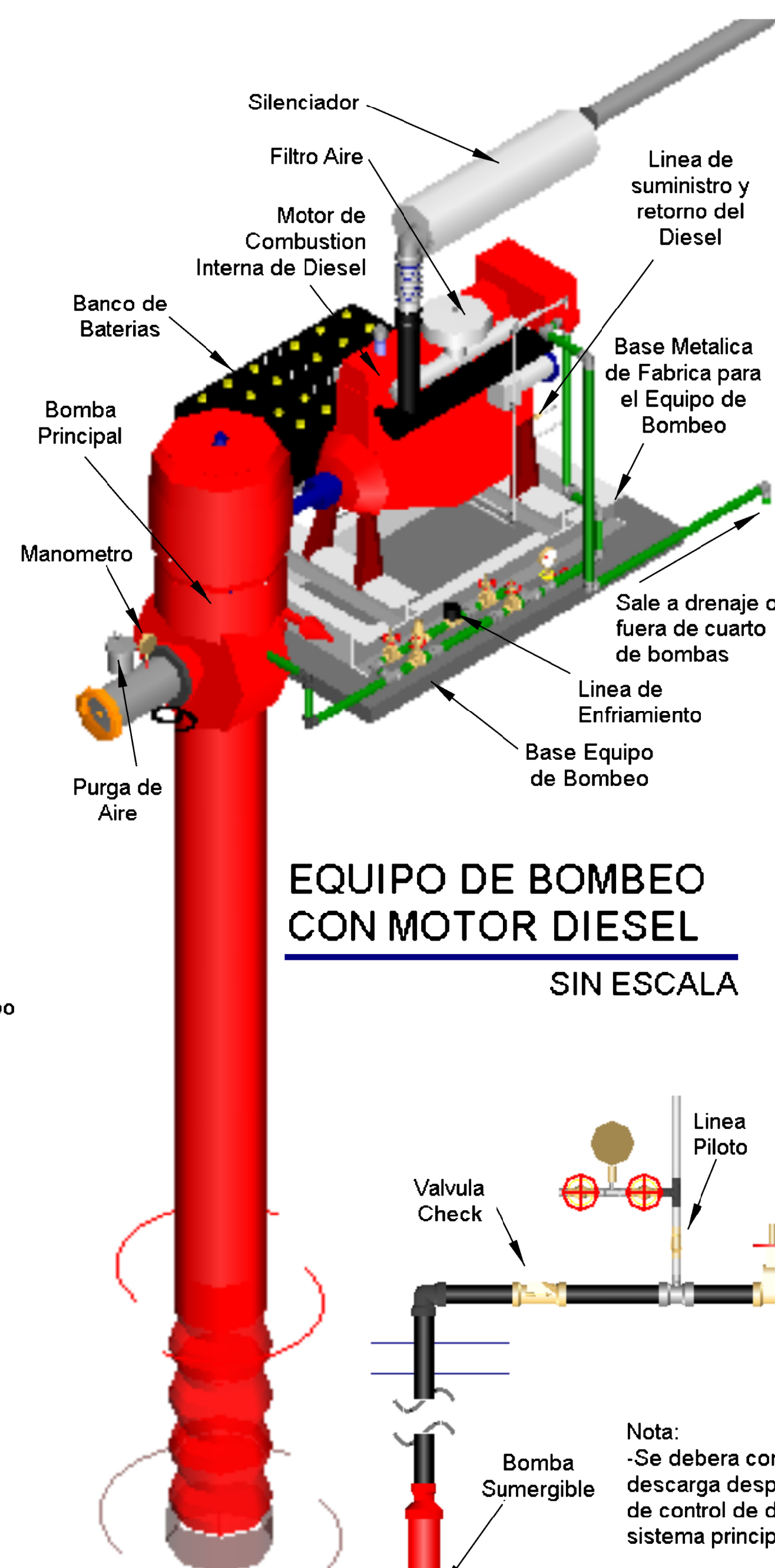
9. LOS ARRIOSTRES CONTRA MOVIMIENTOS SISMICOS SERAN INSTALADOS SEGUN NORMA NFPA 13 EDICION 2013.

OTRAS CONSIDERACIONES

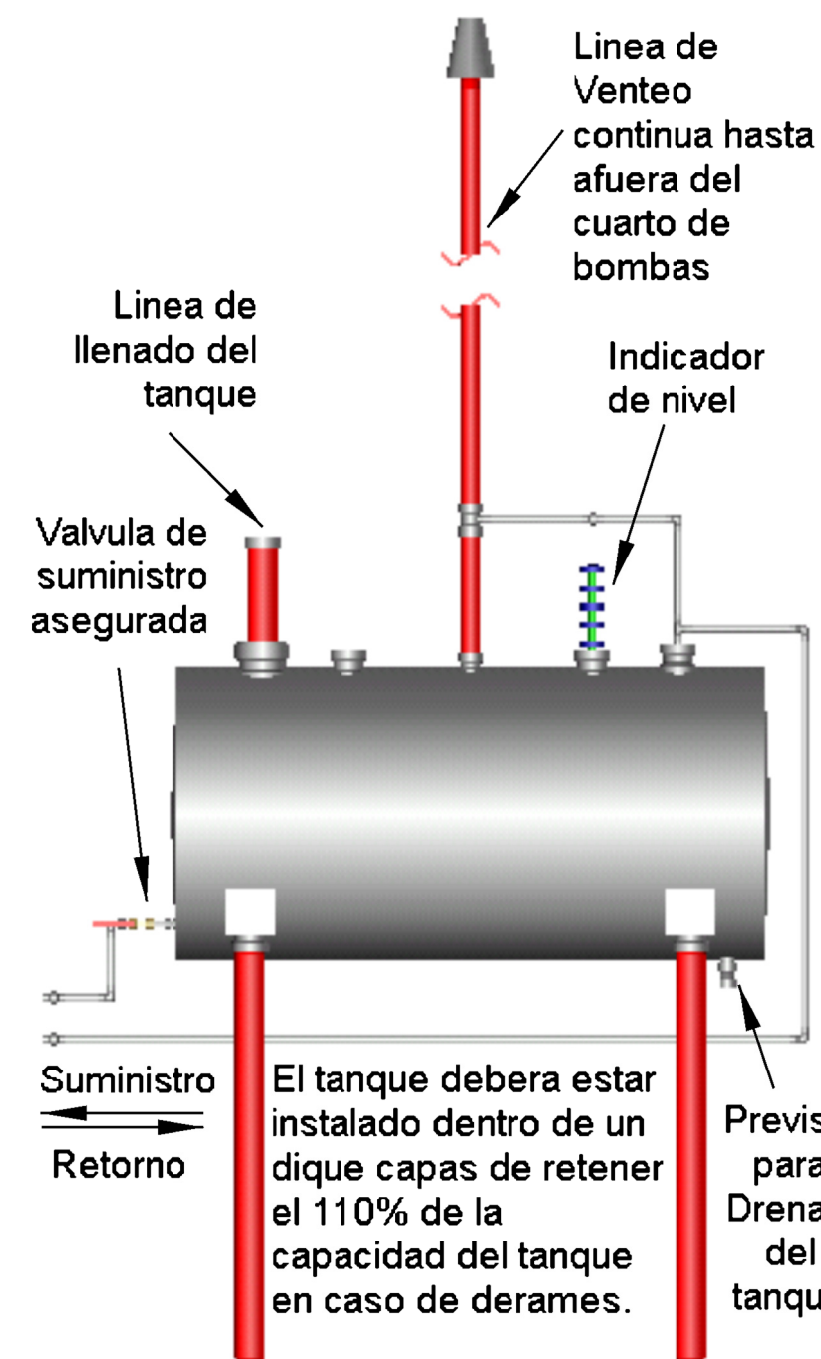
- EL CUARTO DEBERA CONTAR CON ILUMINACION DE EMERGENCIA.
- EL CUARTO DEBERA CONTAR CON DRENAJES.
- LAS PAREDES DEBERAN TENER UN 50% DE APERTURA PARA UNA CORRECTA VENTILACION DEL CUARTO.
- SE DEBERA PROVEER UN DIQUE PARA EL TANQUE DE RESERVA DE DIESEL CON UNA CAPACIDAD DEL 110% DEL TANQUE.
- SE DEBERA INSTALAR SOPORTES CONTRA OSCILACION EN TODAS LAS TUBERIAS Y EQUIPOS DE ACUERDO CON NFPA 13.
- SE DEBERA DEJAR UN ESPACIO ENTRE LAS TUBERIAS QUE ATRAVIESEN LAS PAREDES, PISOS, O FUNDACIONES DE ACUERDO CON NFPA 13. DEBERA SER DE 1" PARA TUBERIAS MENORES A 4" Y DE 2" PARA TUBERIAS DE 4" Y MAYORES.
- LA LINEA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA DEBERA DESCARGAR A UN DRENAJE ABIERTO QUE SEA VISIBLE PARA PODER CORROBORAR EL FLUJO DE AGUA.



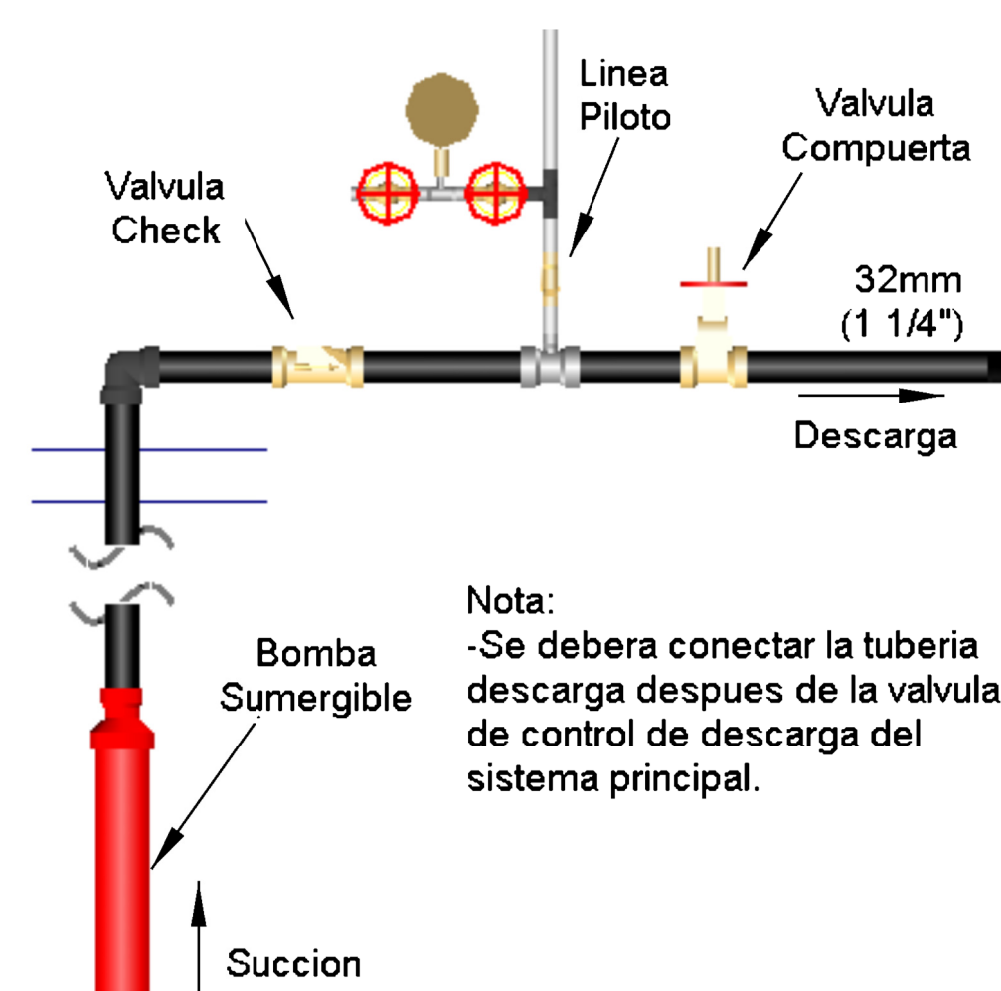
VISTA LATERAL
ESCALA 1 = 25



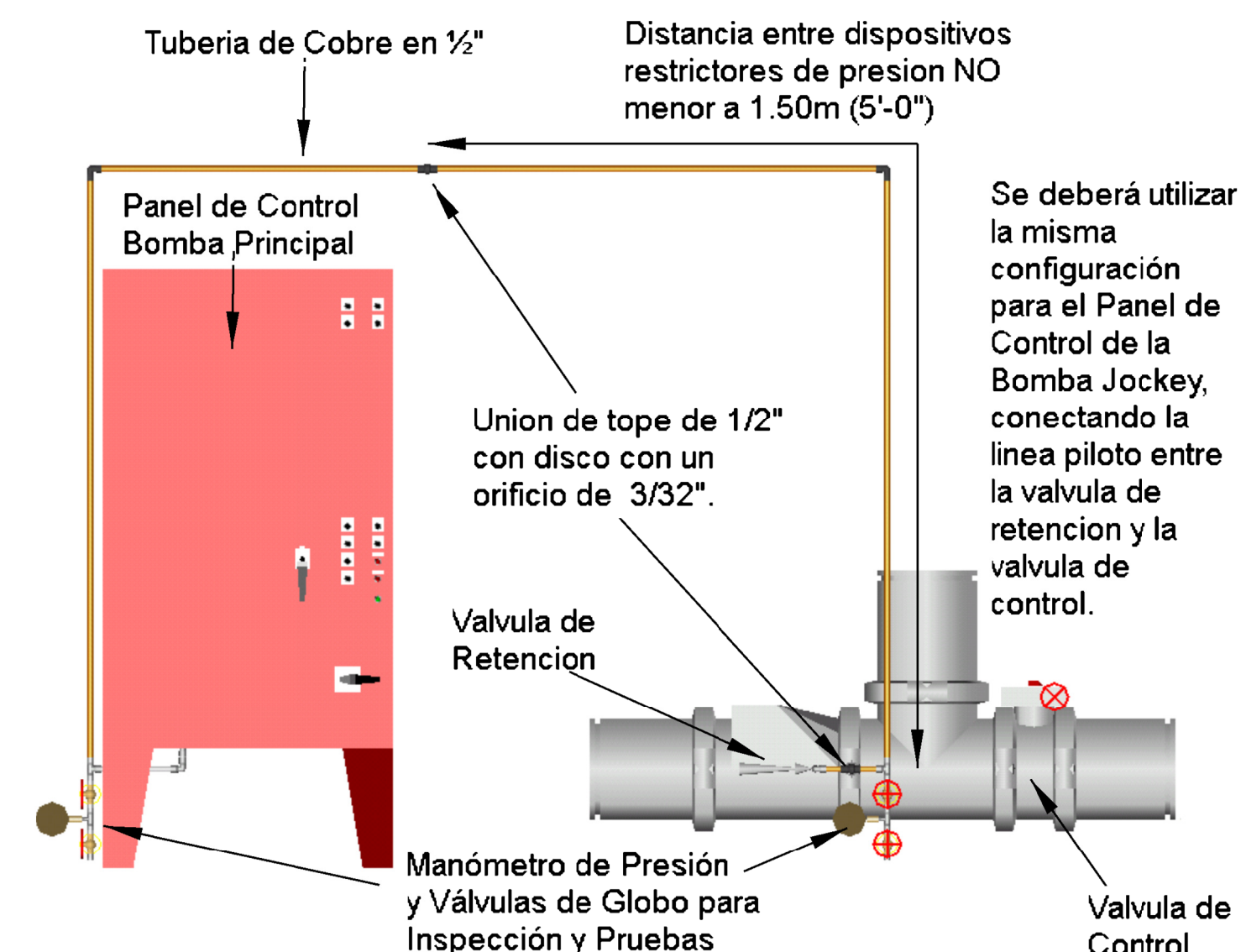
EQUIPO DE BOMBEO CON MOTOR DIESEL
SIN ESCALA



DETALLE TANQUE DE RESERVA DE DIESEL
SIN ESCALA



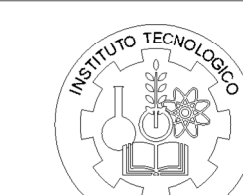
DETALLE BOMBA SUMERGIBLE
SIN ESCALA



DETALLE DE INSTALACION DE LINEA PILOTO
SIN ESCALA

PROYECTO:
OFICINAS CENTRALES DEL CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA

CONTENIDO:
DISTRIBUCION DE EQUIPO DE BOMBEO



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

DISEÑADO POR:
FERNANDO VARGAS ZUÑIGA
ASESOR INDUSTRIAL:
ING. MAURICIO MENESES F.
DIBUJADO POR:
FERNANDO VARGAS ZUÑIGA

ESTE PLANO ES EXCLUSIVO PARA EL USO DE UN PROYECTO FINAL DE GRADUACION. ES NULO SIN LA APROBACION RESPECTIVA.

ESCALA	FECHA	Nº DE LAMINA
1 : 25	13/10/2018	5 / 5